

СТАБІЛЬНІСТЬ ПРИЦІЛЮВАННЯ  
В ОЛІМПІЙСЬКИХ ВПРАВАХ AIR PISTOL\*Віктор ПЯТКОВ<sup>1</sup>, Олександр ПЕТРИВ<sup>2</sup>, Тарас МАГМЕТ<sup>3</sup><sup>1</sup>Львівський державний університет фізичної культури, м. Львів,<sup>2</sup>Управління спорту Міністерства оборони України, м. Київ,<sup>3</sup>Національна академія внутрішніх справ, м. Київ,

Україна, e-mail: info@sportscience.org.ua

**Анотація.** У статті досліджено *проблему* стабільності мікрорухів прицілу у стрільбі з пістолета під час виконання олімпійських вправ *Air Pistol*. Метою дослідження було безконтактне визначення стабільності мікрорухів прицілу у процесі натискання на спусковий гачок пістолета. Дослідження *організовано* й виконано на кафедрі стрільби та технічних видів спорту ЛДУФК та на навчально-спортивній базі літніх видів спорту Міністерства оборони України, розташованій у місті Львові. *Основні результати:* опрацьовано модель неконтрольованих мікрорухів прицілу у вертикальній, горизонтальній й сагітальній площині.

**Ключові слова:** спорт, стрільба, приціл, мікрорухи, модель, стабільність, метод.

СТАБИЛЬНОСТЬ ПРИЦЕЛИВАНИЯ  
В ОЛИМПИЙСКИХ УПРАЖНЕНИЯХ  
AIR PISTOLВиктор ПЯТКОВ<sup>1</sup>, Александр ПЕТРИВ<sup>2</sup>,  
Тарас МАГМЕТ<sup>3</sup><sup>1</sup>Львовский государственный университет  
физической культуры, г. Львов,<sup>2</sup>Управления спорта Министерства обороны  
Украины, г. Киев,<sup>3</sup>Национальная академия внутренних дел,  
г. Киев,

Украина, e-mail: info@sportscience.org.ua

**Аннотация.** В работе рассмотрена научная *проблема* стабильности микродвижений прицела в стрельбе из пистолета во время выполнения олимпийских упражнений *Air Pistol*. Целью исследования было бесконтактное определение стабильности микродвижений прицела в процессе нажатия на спусковой крючок пистолета. Исследование *организовано* и выполнено на кафедре стрельбы и технических видов спорта Львовского государственного университета физической культуры и на Учебно-спортивной базе летних видов спорта Министерства обороны Украины, расположенной в городе Львове. *Основные результаты* исследования: модель неконтролируемых микродвижений прицела в вертикальной, горизонтальной и сагитальной плоскостях.

**Ключевые слова:** спорт, стрельба, прицел, микродвижения, модель, стабильность, метод.

STABILITY OF AIMING IN OLYMPIC  
EXERCISES AIR PISTOLViktor PYATKOV<sup>1</sup>, Alexander PETRIV<sup>2</sup>,  
Taras MAGMET<sup>3</sup><sup>1</sup>Lviv State University of Physical Culture, Lviv,<sup>2</sup>Department of Sport of the Ministry of Defense  
of Ukraine, Kyiv,<sup>3</sup>National Academy of Internal Affairs, Kyiv,  
Ukraine, e-mail: info@sportscience.org.ua

**Abstract.** In this paper, the scientific problem of the stability of the micromotion of the sight in shooting from a pistol during the Olympic exercises of Air Pistol was considered. The aim of the study was a non-contact determination of the stability of the micromotion of the sight in the process of pressing the trigger of the pistol. The study was organized and performed at the Department of Shooting and Technical Sports of the Lviv State University of Physical Culture and at the Educational and Sports Base of Summer Sports of the Ministry of Defense of Ukraine located in the city of Lviv. The main results of the study are: a model of uncontrolled micromotion sight in the vertical, horizontal and sagittal planes.

**Keywords:** sport, shooting, sight, micromotion, model, stability, method.

**Постановка проблеми** та її зв'язок із важливими науковими і практичними завданнями. Спортивна конкуренція на Олімпійських іграх у вправах *Air Pistol* постійно зростає. Відповідно зростає і необхідність удосконалення науково-методичного забезпечення підготовки спортсменів до офіційних міжнародних змагань у цих вправах.

\* *Air Pistol* – стрільба з пневматичного пістолета на 10 м

Разом із цим питання стабільності прицілювання та аналізу мікрорухів руки спортсмена, як платформи для подальшого удосконалення, досліджено недостатньо. Зокрема, неконтрольовані відхилення прицілу від оптимальних координат спеціально не досліджували. Однак статистично достовірні дані про мікрорухи прицілу є необхідним компонентом, якого бракує в науково-методичному забезпеченні підготовки спортсменів, особливо у змагальних умовах.

Отже, **проблема** стабільності мікрорухів прицілу у стрільбі з пістолета під час виконання олімпійських вправ *Air Pistol* набуває актуального значення.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій**, у яких започатковано розв'язання цієї проблеми, і на яких ґрунтуються автори, дав змогу виділити розв'язані раніше частини загальної проблеми, котрим присвячено статтю. Проблеми удосконалення підготовки стрільців-спортсменів досліджували в Україні та за кордоном у 1969–2014 рр. Так, основні умови точного прицілювання з гвинтівки дослідив М. О. Калиніченко [2] і запропонував світлофільтри в діоптричному прицілі. Зокрема, А. Я. Корх висвітлив методи вдосконалення стрільби з пістолета у спортивних вправах [4], А. М. Ковальчук розробив систему оптимізації професійно-стрілецької підготовки особового складу підрозділів органів внутрішніх справ України [3]. Проблеми техніко-тактичної підготовки стрільців у спортивно-прикладних вправах із пістолета розглянув С. М. Банах [1], Е. А. Лукунина досліджувала організацію рухів системи “стрілець–зброя” у процесі стрільби з пневматичного пістолета [5]. Варто зазначити, що більш вагомими дослідженнями системи “стрілець–зброя–мішень” проводять уже з 2002 року. У вправах із гвинтівки заслуговують на увагу питання визначення просторово-часових параметрів парадоксальної фази прицілювання супроводження зброї у стрільбі по рухомих мішенях, Є. О. Павлюк [6]. Обмін досвідом підготовки у спортивній стрільбі з гвинтівки на відстані 300 м висвітлив олімпійський чемпіон Гаррі Андерсон [7]. Проте публікацій про статистично достовірні параметри мікрорухів спортсмена по осі  $Z$  у процесі виконання вправ *Rapid Fire Pistol* і *Air Pistol* не знайдено.

**Мета** роботи полягала у визначенні величин неконтрольованих мікрорухів під час завершення пострілу в олімпійських вправах *Air Pistol*.

Для досягнення мети дослідження було поставлено такі **завдання**:

- визначити наявність або відсутність змін координат прицілу пістолета у площині  $X, Y, Z$  під час натискання на спусковий гачок у процесі виконання олімпійських вправ *Air Pistol*;
- опрацювати метод експрес-аналізу неконтрольованих мікрорухів прицілу пістолета в завершальній фазі натискання на спусковий гачок;
- запропонувати практичні рекомендації.

**Методи** та організація досліджень. Для розв'язання поставлених у роботі завдань застосовано такі методи:

- аналіз літературних джерел за темою досліджень;
- безконтактне дистанційне вимірювання просторово-часових параметрів мікрорухів кисті спортсмена в процесі виконання олімпійських вправ *Air Pistol*;
- математично-статистична обробка отриманих даних;
- синтез наукових результатів.

Дослідження виконано на кафедрі стрільби та технічних видів спорту Львівського державного університету фізичної культури та на навчально-спортивній базі літніх видів спорту Міністерства оборони України, розташованої у місті Львові. Дослідження тривало впродовж 2014–2017 рр. Досліджено динаміку просторово-часових параметрів мікрорухів кисті стрільця-спортсмена у районі прицілювання.

**Основні результати досліджень.** На підставі аналізу літературних джерел ми виявили, що найбільш інформативним критерієм техніко-тактичних дій стрільців-спортсменів є стабільність позиції прицілу у фазі натискання на спусковий гачок, котру реєстрували в системі координат  $X, Y$  [1; 2; 4; 7], але вісь  $Z$  залишалася поза увагою дослідників у зв'язку з технічними проблемами. Зараз з'являються можливості розв'язання таких проблем на підставі комп'ютеризації досліджень. Зокрема, розроблено інноваційну модель безконтактної реєстрації мікро-

рухів у процесі виконання олімпійських вправ з пістолета [9]. Назва моделі: *CEA16* (Безконтактний комп'ютерний аналіз – *Contactless Electronic Analysis*). Модель здійснює одночасну реєстрацію мікрорухів по осях *XYZ* у вправах *Air Pistol* на основі безконтактних сенсорів.

Нова модель *CEA16* є унікальним поєднанням програмних [9] і апаратних засобів, що відстежують рухи з перетворенням у параметри вісі *X, Y, Z*. Модель *CEA16* дає змогу використовувати комп'ютер загалом по-новому: відстежувати позиції кисті спортсмена зі швидкістю до 200 кадрів у секунду за допомогою інфрачервоних камер у 3D-просторі.

Модель *CEA16* розпізнає і відстежує руки і пальці. Пристрій працює з високою точністю і частотою кадрів, також надає звіти з відстеження та дискретних положень і руху. Контролер використовує оптичні давачі й інфрачервоне світло [8]. Давачі спрямовані уздовж осі *Y* вгору, коли контролер перебуває у стандартних робочих положеннях, і є поле зору близько 150 градусів. Ефективний діапазон визначення простягається від 25 до 600 міліметрів вище за пристрій. *CEA16* використовує правосторонню декартову систему координат: *X*- і *Z*-осі лежать у горизонтальній площині; вісь ординат *Y* розташована вертикально, з позитивними значеннями збільшення вгору (на відміну від низхідної орієнтації більшості комп'ютерної графіки систем координат). Вісь *Z* має позитивні значення, зростаючи у напрямку до спортсмена. Інтерактивна модель *CEA16* дає змогу вимірювати фізичні величини з такими одиницями: відстань (*міліметри*); час (*мікросекунди*, якщо не вказано інше); швидкість (*мм/с*); кут огляду (*радіан*).

Програмне забезпечення *CEA16* використовує модель прицілу, що прогнозує стеження навіть тоді, коли частини руки не видно. Модель завжди забезпечує позиції прицілу. *CEA16* аналізує видимі частини прицілу, а також результати минулих спостережень для розрахунку найбільш імовірних позицій частин, які зараз не помітні.

Із використанням *CEA16* можна вимірювати мікрорухи прицілу одночасно з метою експрес-порівняння можливостей спортсменів. Проте ми рекомендуємо тримати не більше ніж два об'єкти у полі сенсорів контролера для оптимальної якості відстеження мікрорухів.

За допомогою моделі *CEA16* ми опрацювали **метод** безконтактного дистанційного вимірювання просторово-часових параметрів мікрорухів прицілу в процесі виконання олімпійських вправ *Air Pistol*, що раніше не було відомо та не зафіксовано в науковій літературі і практиці. Метод підтримує візуалізацію величин мікрорухів кисті стрільця-спортсмена у процесі натискання на спусковий гачок в олімпійських вправах.

Пропонована назва методу вимірювання величин мікрорухів у процесі натискання на спусковий гачок – «мікрорухи прицілу, МРП».

Таким чином, ми розв'язали проблему безконтактної дистанційної реєстрації мікрорухів кисті руки спортсмена у процесі стрільби з пістолета під час виконання олімпійських вправ.

За допомогою методу *МРП* провели вимірювання просторово-часових параметрів мікрорухів прицілу у процесі виконання олімпійських вправ *Air Pistol* (рис. 1).

За допомогою математично-статистичної обробки отриманих даних у програмі Microsoft Excel було визначено граничні значення досліджуваних параметрів у стрільців-спортсменів вищої кваліфікації:

1) *горизонтальні коливання* руки стрільця-спортсмена у фазі завершення натискання на спусковий гачок перебувають у межах 1,226–2,042 мм;

2) *вертикальні коливання* руки стрільця-спортсмена у фазі завершення натискання на спусковий гачок перебувають у межах 1,931–1,990 мм;

3) *сагітальні коливання* руки стрільця-спортсмена у фазі завершення натискання на спусковий гачок перебувають у межах 3,124–5,099 мм.

На цьому ґрунтується твердження про те, що у стрілецько-спортивних вправах олімпійської програми, зокрема у *Air Pistol*, статистично достовірно спостерігаються неконтрольовані мікрорухи прицілу у площині *X, Y, Z*.

Унаслідок цього неконтрольована швидкість мікрорухів прицілу у фазі завершення натискання на спусковий гачок є змінною величиною, що зумовлює значний вплив на результативність виконання вправ.

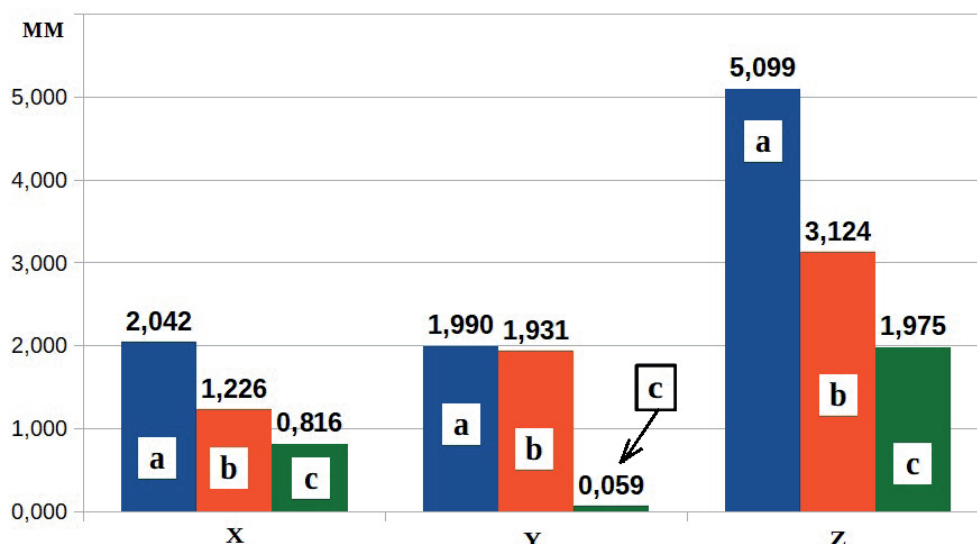


Рис. 1. Величини мікрорухів прицілу у фазі натискання на спусковий гачок:

- а) максимальні значення величин на осях X, Y, Z, мм;
- б) мінімальні значення величин на осях X, Y, Z, мм;
- в) величини неконтрольованих мікрорухів прицілу на осях X, Y, Z.

Вірогідність результатів підтверджено точністю комп'ютерного аналізу отриманих даних.

Таким чином, у роботі наведено теоретичне узагальнення та нове розв'язання проблеми стабільності прицілювання у частині визначення величин мікрорухів прицілу як важливих технічно-тактичних параметрів у фінальній фазі натискання на спусковий гачок, що дає можливість об'єктивного визначення стану стрільця-спортсмена та корекції особливо у змагальних умовах. Проблему вирішено за допомогою методу МРП.

**Дискусія.** У стрілецькому спорті проведено низку досліджень стосовно реєстрації просторово-часових параметрів прицілювання [1; 3; 6]. Досліджено зміни по горизонталі та вертикалі (2D), але наукового обґрунтування методу комп'ютерної реєстрації мікрорухів у процесі виконання олімпійських вправ Air Pistol у сагітальній площині (3D) було ще недостатньо.

Концепція моделі CEAI6 полягає в тому, щоб забезпечити підготовку спортсменів більш інформативним інтерфейсом через звичайний USB-порт комп'ютера і реєструвати мікрорухи за допомогою аналітики жестів, не торкаючись ні до комп'ютерної миші, ні до дисплея.

Технології розпізнавання жестів уже отримали масове визнання завдяки Nintendo Wii і контролеру Kinect для Xbox. Без таких технологій складно уявити прилади майбутнього. Наприклад, уже відомо, що технологію управління жестами, схожу на Kinect від Microsoft, використовуватимуть в окулярах доповненої реальності від Google. Тим більше, що вже з'являються рішення, більш придатні для використання в компактних пристроях.

Надчутливі сенсори контролера рухів моделі CEAI6 уміють розпізнавати різні людські мікрорухи зі значно більшою точністю, ніж аналоги, зокрема Kinect.

**Перспективи** подальших пошуків у цьому напрямі полягають у нових додатках до контролера моделі CEAI6. Розвиток технологій прискорюється – це факт. А це означає, що ті методи, які сьогодні здаються нам фантастикою, можуть увійти в наше життя швидше, ніж ми думаємо. На думку аналітиків, найближчими роками нас чекає бум переносної електроніки. Навіть за найбільш песимістичними оцінками, упродовж 5 років обсяг цього ринку, як мінімум, потроїться. Ну, а трендсеттерами ринку переносної електроніки, як очікується, стануть Apple і Google, які вже сьогодні ведуть активну роботу в цьому напрямі. Як правило, до переносної електроніки належать пристрої, які кріпляться до тіла людини і які використовують упродовж тривалого часу. Сюди можна віднести і модний браслет Nike FuelBand, і прототип чудо-окулярів Google, і розумні годинники. Крім того, в цю категорію можуть потрапити і смартфони. Як вважають аналітики Juniper Research, ринок переносної електроніки



активно розвиватиметься насамперед завдяки пристроям для підтримання фізичної форми, багатофункціональним гаджетам для отримання інформації та розваг, а також різним давачам і пристосуванням медичного призначення.

У більш віддаленій перспективі поняття переносної електроніки може значно розширитися, наприклад, завдяки “розумному” одягові, пластирам із давачами або навіть чіпам, що імплантують під шкіру. Проте обмежимося поки більш життєздатними розробками, які укладаються в наше сьогодення уявлення про переносну електроніку. Тим більше, що серед них багато таких, які мають не менш фантастичний вигляд. Розглянемо кілька цікавих технологій, які можуть знайти широке застосування у сфері переносної електроніки стрілецько-спортивного призначення.

Відомо, що *Google* запатентував технологію під назвою “Система віртуального введення”, яка зможе розширити можливості окулярів *Google Glass* завдяки віртуальній клавіатурі, проєкційованій, наприклад, на руку або на будь-яку тверду поверхню. Зображення створюється за допомогою мініатюрного проєктора, вбудованого в оправу окулярів.

Своєю чергою камера, також вбудована в оправу, фіксуватиме і розпізнаватиме рухи пальців на віртуальній клавіатурі. Таким чином, користувач зможе набрати номер телефону або навіть написати повідомлення так само, як за допомогою звичайної *QWERTY*-клавіатури. Тільки реальної громіздкої клавіатури для цього більше не знадобиться.

Компанія *Panasonic* представила дивовижні навушники, які залишають вуха абсолютно вільними. Джерело звуку – біля скронь, як провідник використовується кісткова тканина черепа. Іншими словами, звукові вібрації передаються через кістки черепа, в обхід барабанної перетинки. Як запевняють розробники, якість звуку відмінна, при цьому добре чутні інші навколишні звуки. Саме тому пристрій орієнтований насамперед на активних людей.

Відомо, що такий самий спосіб передачі звукових хвиль планує використовувати і *Google* у своїх окулярах. За рекомендаціями, постійно ходити в навушниках небезпечно. Нова розробка залишає вуха відкритими; власник *Google Glass* зможе чути всі навколишні звуки, тоді як звукова інформація, передана комп'ютером, буде нерозрізнена для довколишніх людей.

Як зазначають фахівці, передаючи звукові хвилі з використанням кісткової провідності, звук виходить помітно більш збалансованим і м'яким навіть за умови низького рівня гучності. Окрім того, така технологія дає змогу розчути звук навіть за умови високого рівня шуму, наприклад, на людній вулиці.

Утім, з часом необхідність заряджати компактні пристрої може й зовсім відпасти. Наприклад, американські вчені розробляють технологію, яка дозволить взагалі забути про зарядні пристрої для переносної електроніки: дешевий і ефективний наногенератор зможе перетворювати звичайні механічні рухи, що здійснює людина, в енергію.

**Практичні рекомендації.** Практичне значення отриманих результатів полягає в удосконаленні науково-методичного забезпечення підготування спортсменів. Для реєстрації просторово-часових параметрів необхідно показання приладу спрямувати в буфер обміну, натискаючи клавішу *PrtSc*, і вставити у додаток (*Paint*, *Writer* і ін.), натискаючи клавішу *Shift+Insert*.

У процесі налаштування моделі варто запустити і побачити пристрій у дії, не торкаючись клавіатури, мишки або екрана.

Другий важливий момент – це визначення найбільш зручної висоти трекінгу, яку налаштовують в опціях. Під час тестування найбільш зручним виявилось стандартне значення у *20 см*. Якщо працювати сидячи, як у вправах паралімпійців, то варто трохи знизити висоту або використовувати автоматичний трекінг.

Що стосується ігрових додатків, то для моделі *CEA16* їх вже існує безліч, зокрема як платних (ціни приблизно на рівні *Apple App Store*), так і безкоштовних. Фактично розробники ігор відкрили свої власні магазини додатків, які вже успішно використовують інші компанії.

Контролер моделі дає змогу керувати комп'ютером за допомогою жестів руками у просторі. Принаймні відтепер аналоги без проблем взаємодіють із *ПК* під управлінням *Windows 10*, реалізуючи спектр цікавих можливостей, зокрема повну підтримку мультитач-жестів.

Ця функціональність дає змогу, наприклад, виділяти необхідні елементи на екрані, перетягувати їх з місця на місце і здійснювати прокручування списків і сторінок, а також повертати зображення і навіть малювати, повністю покладаючись на цілком природні жести у просторі.

Нагадаємо, що рівень чутливості контролера моделі *CEA16* значно перевищує показники раніше випущених аналогів і дає змогу відстежувати навіть невеликі рухи пальців, що розширює спектр його можливостей. Сама модель має невеликі розміри.

Підключення до комп'ютера відбувається через USB-інтерфейс, причому рівень точності відстежування мікрорухів досягає  $1/100$  мм. Окрім того, можна налаштовувати цю систему під індивідуальні жести й параметри чутливості на основі своїх технічно-тактичних дій.

#### **Висновки:**

1. У роботі наведено теоретичне узагальнення та нове розв'язання проблеми стабільності прицілювання в частині визначення величин неконтрольованих мікрорухів прицілу як важливих технічно-тактичних параметрів у фінальній фазі натискання на спусковий гачок, що дає можливість об'єктивно визначити стан стрільця-спортівця та корекцію особливо у змагальних умовах.

2. Проблему розв'язано за допомогою інноваційного дистанційного безконтактного методу комп'ютерного експрес-аналізу змін координат кисті руки по вертикальній, горизонтальній і сагітальній площині одночасно у процесі виконання вправ, що раніше не було відомо і не зафіксовано у науковій літературі та практиці.

3. Ми опрацювали модель неконтрольованих мікрорухів прицілу у процесі виконання олімпійських вправ *Air Pistol*.

4. Величини зареєстрованих мікрорухів кисті руки в позі прицілювання мають такі значення:

- вертикальні значення неконтрольованих мікрорухів прицілу у процесі виконання олімпійських вправ *Air Pistol* становлять  $0,816$  мм;
- горизонтальні значення неконтрольованих мікрорухів прицілу у процесі виконання олімпійських вправ *Air Pistol* дорівнюють  $0,059$  мм;
- сагітальні значення неконтрольованих мікрорухів прицілу у процесі виконання олімпійських вправ *Air Pistol* перебувають у межах  $1,975$  мм;

Таким чином, набули подальшого розвитку наукові відомості про стабільність мікрорухів прицілу в олімпійських вправах *Air Pistol*.

#### **Список використаних джерел**

1. Банах С. М. Техніко-тактична підготовка стрільців у спортивно-прикладних вправах з пістолета : автореф. дис. ... канд. наук з фіз. виховання та спорту : [спец.] 24.00.01 «Олімпійський та професійний спорт» / С. М. Банах. – Львів, 2004. – 20 с.

2. Калиниченко Н. А. Основные условия, повышающие точность прицеливания при стрельбе из винтовки с диоптрическим прицелом : автореф. дис. ... канд. пед. наук : [спец.] 735 "Теория и методика физического воспитания и спортивной тренировки" / Н. А. Калиниченко; ГЦОЛИФК. – Москва, 1969. – 20 с.

3. Ковальчук А. М. Оптимізація професійно-стрілецької підготовки особового складу підрозділів органів внутрішніх справ України : автореф. дис. ... канд. наук з фіз. виховання та спорту : [спец.] 24.00.02 "Фізична культура, фізичне виховання різних груп населення" / А. М. Ковальчук. – Львів, 2001. – 17 с.

4. Корх А. Я. Совершенствование в пулевой стрельбе / А. Я. Корх. – Москва : ДОСААФ, 1975. – 70 с.

5. Лукунина Е. А. Организация движения в системе «стрелок–оружие» при стрельбе из пневматического пистолета : автореф. дис. ... канд. пед. наук : [спец.] 13.00.04 «Теория и методика физического воспитания, спортивной тренировки и оздоровительной физической» / Е. А. Лукунина. – Москва, 2000. – 24 с.

6. Павлюк Є. О. Просторово-часові параметри парадоксальної фази прицільної поведінки зброї у стрільбі по рухомих мішенях // [http://www.nbuv.gov.ua/old\\_jrn/e-journals/SNU/2005-1/05peaodd.pdf](http://www.nbuv.gov.ua/old_jrn/e-journals/SNU/2005-1/05peaodd.pdf) (2005 р.).

7. Andersson G. Vor Starten / G. Andersson // International shooting sport. – 1970. – № 2. – P. 21–23.

8. Brandon S. Mastering models // [www.amazon.com](http://www.amazon.com); November 28, 2014.

9. Dynamic of arm's micro movements of elite athlete in Olympic exercises Rapid Fire Pistol and Air Pistol / V. T. Pyatkov, J. Bilinski, O. S. Petriv, T. M. Magmet // Physical education of students. – 2017. – Vol. 21, № 2. – P. 90–95.

*Стаття надійшла до редколегії 5.02.2018*

*Прийнята до друку 13.02.2018*

*Підписана до друку 28.02.2018*