

## ЕЗУЛЬТАТИ І ПЕРСПЕКТИВИ МОДЕЛЮВАННЯ СКЛАДНИХ СИСТЕМ

*Пятков Віктор*

*Львівський державний інститут фізичної культури*

Науковцями кафедри теорії і методики стрільби, сучасного п'ятиборства і шахів ЛДДФК виконано п'ятирічну тему 1.2.14 Зведеного плану науково-дослідної роботи у сфері фізичної культури і спорту на 2001-2005 рр.

У виконанні плану НДР брали участь 5 викладачів і 3 аспіранта.

Підготовлено та захищено 1 докторська (Пятков В.Т.) і 3 кандидатські дисертації (Ковальчук А.М.; Павлюк Є.О.; Банах С.М.). Опубліковано 75 наукових статей за темою досліджень.

Основним науковим досягненням є визначення закономірності руху проекції зброї у районі прицілювання у процесі виконання влучного пострілу і візуалізація просторово-часових параметрів техніко-тактичних дій спортсменів у стрільбі по рухомих мішенях. Пропонується до впровадження *Тренажер для удосконалення майстерності стрільців у швидкісних стрілецьких вправах*, патент України на винахід 40414; 7F41J5/00 № 2001010285 від 16.06.2003, бюл. № 6.

*Об'єкт* досліджень – процес моделювання складних систем техніко-тактичної підготовки стрільців з нарізної, гладкоствольної та металльної спортивної зброї.

*Мета* роботи – наукове обґрунтування теоретико-методичних основ моделювання систем „Стрілець-зброя-мішень” у процесі виконання спортивних вправ олімпійської програми.

*Методи* дослідження – аналіз, формалізація, моделювання, експеримент, математико-статистична обробка даних, синтез.

Теоретико-методичні основи представлення системи „Стрілець-зброя-мішень” за допомогою моделі до сих пір ще не визначені тому, що упорядкувати усі функції системи складно. У даній роботі представлені матеріали застосування моделей у якості засобу навчання і тренування, а також наукових досліджень для визначення реальних зв'язків між об'єктами системи і закономірностей ведення влучної стрільби. Ми розуміємо процес моделювання як конструювання і аналітичне застосування моделі для підвищення ефективності техніко-тактичних дій стрільців-спортсменів. Під моделлю системи „Стрілець-зброя-мішень” ми розуміємо представлення підсистем і об'єктів у формі, яка відмінна від їхнього реального існування, але з функціями діючих систем.

За сприянням електронно-оптичної реєстрації техніко-тактичних дій стрільців, результатів виконання олімпійських вправ і комп'ютерного аналізу просторово-часових параметрів системи „Стрілець-зброя-мішень” у завершальній фазі прицілювання в роботі окреслено кількісні характеристики основних критеріїв влучної стрільби.

На підставі лабораторних експериментів визначено закономірності руху проекції зброї у районі прицілювання під час виконання влучного пострілу і спортивних вправ олімпійської програми.

На підґрунті закономірностей руху проекції зброї у районі прицілювання побудовані моделі виконання влучного пострілу в олімпійських вправах.

За допомогою моделей виконання влучного пострілу виявлені модельні характеристики техніко-тактичних дій у стрілецьких видах спорту.

Перспективи використання розробки – урахування модельних характеристик у сфері стрілецько-спортивної діяльності відкриває можливості тривалого удосконалення процесу техніко-тактичної підготовки спортсменів до Олімпійських Ігор.

У стрілецьких видах спорту конкуренція на світовій арені закономірно зростає і це потребує удосконалення системи наукового обґрунтування для забезпечення процесу підготовки стрільців-спортсменів. Науковою основою системи методичного забезпечення техніко-тактичної підготовки стрільців була теорія стійкості, яка містить ряд апіорних тверджень про стійкість зброї, не повністю відповідає концепції стрільби по рухомих мішенях і згідно теореми Геделя означає її неповноту. Зміни координат прицілювання під час виконання пострілу обумовлюють зміни результативності стрільби, але інтегральним критерієм ефективності техніко-тактичних дій стрільців визначався результат. Зазначимо, що результат, як формалізований показник ефективності техніко-тактичних дій спортсмена, у стрілецькому спорті є недостатньо точним, тому що результат залежить ще і від якості патронів та стріл, атмосферних умов, балістичних властивостей зброї, які впливають вже після завершення пострілу. Знакові моделі визначають необхідний рівень підготовленості стрільця і можливість його ефективного виступу на відповідальних змаганнях, таких як чемпіонати Європи, світу й Олімпійських ігор.

Переваги розробок порівняно з існуючими аналогами полягають у тому, що моделі системи „Стрільць-зброя-мішень” дозволяють здійснювати об’єктивний аналіз техніко-тактичних дій стрільців, а модельні характеристики є об’єктивними критеріями удосконалення спортивної майстерності стрільців у кваліфікаційних і фінальних вправах олімпійської програми. Використання модельних характеристик техніко-тактичних дій стрільців створює умови для підвищення спеціальної працездатності і забезпечує об’єктивний контроль спеціальної підготовленості стрільців до офіційних міжнародних стартів.

Виявлені закономірності ведення влучної стрільби сприяють формуванню теоретико-методичних основ підготовки стрільців-спортсменів, а також пролонгованому удосконаленню спортивної майстерності та стабілізації конкурентноспроможних результатів міжнародного рівня у стартовому складі стрільців збірної команди України на Чемпіонатах Європи, Чемпіонатах Світу, Кубках Світу і Олімпійських Іграх.

*Сутність і стан наукової проблеми.* Науково-методичне забезпечення техніко-тактичної підготовки стрільців-спортсменів на сьогоднішній день не повністю відповідає потребам практики, зокрема, в олімпійських видах

стрілецького спорту теоретичні матеріали фрагментарні, недостатньо підручників, навчальних посібників та інформаційних видань, які написані українською мовою, що суперечить нормативним актам. У процесі підготовки стрільців недостатньо використовуються технічні можливості. Указані невідповідності і виявлені протиріччя, а також нові запити практики характеризують проблемну ситуацію, у якій ефективність техніко-тактичної підготовки стрільців-спортсменів не зовсім відповідає новітньому рівню передових технологій. Отже, у галузі стрілецько-спортивної діяльності об'єктивно існує *проблема* формування теоретико-методичних основ моделювання складних систем „Стрілець-зброя-мішень” в олімпійських і спортивно-прикладних стрілецьких вправах.

*Обґрунтування необхідності проведення досліджень.* Змістовне підґрунтя формування теоретико-методичних основ моделювання складних систем „Стрілець-зброя-мішень” в олімпійських і спортивно-прикладних стрілецьких вправах характеризується недостатністю досягнутого на даний момент рівня знань, обумовленою відкриттям нових факторів логічної організації та зв'язків між елементами системи підготовки спортсменів. Виявляються вади наявних концепцій, виражені у невідповідності інформаційно-технологічної бази потребам практики.

Науково обґрунтована змістовна основа системи є головним критерієм якості підготовки, тому що саме вона визначає зміст майбутніх знань стрільців. Таким чином, виникла об'єктивна *необхідність* проведення досліджень теоретико-методичного підґрунтя як критерію якості підготовки стрільців і конкретизації нових властивостей та відносин між об'єктами динамічної системи.

*Актуальність теми* обумовлена потребою суспільства в підвищенні рівня підготовленості стрільців, яка обумовлює доцільність оптимізації теоретико-методичного забезпечення техніко-тактичної підготовки. Особливо, на користь України, актуальне проведення досліджень *в олімпійських видах спорту* - кульовій стрільбі, стендовій стрільбі, стрільбі з лука, а саме удосконалення теоретико-методичної бази техніко-тактичної підготовки стрільців шляхом моделювання динамічних систем високоточної ресстрації, аналізу та корекції основних техніко-тактичних дій у циклі пострілу, стрілецьких вправах, фінальних серіях. Таким чином, тема досліджень набуває актуального значення.

*Наукова новизна одержаних результатів.* Вперше сформульоване й доведене *вихідне положення теорії* стрілецького спорту – ступінь наближення значень координат зброї до точки її наведення в момент пострілу характеризує ефективність техніко-тактичних дій стрільців.

Вперше виявлена *загальна закономірність збільшення результативності стрільби* зі зменшенням швидкості руху проекції зброї в районі прицілювання. Оптимальний результат обумовлений нульовою різницею швидкостей руху проекції зброї та мішені у процесі точного прицілювання - кількісні зміни просторово-часових параметрів в районі прицілювання обернено пропорційні

результативності стрільби, залежать від ефективності техніко-тактичних дій спортсменів і характеризують їхню підготовленість.

Вперше науково обгрунтована *концепція оптимізації підготовки стрільців*, яка узагальнює положення про взаємозалежність просторово-часових параметрів руху проекції зброї у процесі виконання стрілецько-спортивних вправ, полягає у підвищенні точності наведення зброї та завершення пострілу шляхом мінімізації швидкості руху проекції зброї в районі прицілювання. *Критерієм оптимізації* є швидкість руху проекції зброї в районі прицілювання в момент пострілу.

На підставі запропонованої концепції розроблена *методологія* техніко-тактичної підготовки стрільців-спортсменів, яка раніше не була відома й не зафіксована в науковій літературі та практиці. У порівнянні з попередніми *відрізняється* ефективною динамічною системою науково-методичного забезпечення стрільців, що дозволяє здійснювати *пошук, оптимізацію, збереження*, швидке *оновлення* змістовної бази й *доступ* до необхідних даних.

Запропоновану методологію характеризує:

- динамічна *структура* інтерактивної системи науково-методичного забезпечення техніко-тактичної підготовки стрільців-спортсменів;
- *логічна організація* засобів і методів, а також змістовного підґрунтя техніко-тактичної підготовки стрільців-спортсменів;
- вперше розроблено й запатентовано в Україні *засіб* удосконалення техніко-тактичної підготовки стрільців, що забезпечує об'єктивність первинної інформації: *тренажер* для швидкісних стрілецьких вправ; цей засіб відрізняється тим, що ні на стрільців, ні на зброю не прикріплюється спеціальних давачів – вони діють на відстані, не заважаючи спортсменам, і здійснюють безконтактну та дистанційну реєстрацію просторово-часових параметрів стрільби у змагальних умовах, що раніше було не вирішеною проблемою.

Вперше розроблені електронні *функції прийняття рішень* в інтерактивних моделях стрілецьких вправ, які забезпечують необхідну високу точність, достатню надійність, електронну швидкість виявлення просторово-часових параметрів стрільби з миттєвою їх візуалізацією на моніторі тренувально-дослідного стенда.

Вперше визначені *модельні характеристики* циклу пострілу кваліфікаційних вправ і фінальних серій є об'єктивними критеріями стрілецької майстерності та добору основних кандидатів на етапі безпосередньої передолімпійської підготовки. Вони реєструються високоточними системами, статистично достовірні та є доповненням до суми знань, які є підґрунтям стрілецько-спортивної діяльності.

Підсумки нових досліджень порівняно з наявними в літературі даними *змінюють* уявлення про взаємозалежності просторово-часових параметрів техніко-тактичних дій стрільців, доповнюють науково-методичну базу, уточнюють процес техніко-тактичної підготовки спортсменів.

*Обґрунтованість і достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій.* Наукові положення, висновки та рекомендації, виведені в роботі, *реально існують у природі та у техніці*: закон руху зброї у процесі ведення влучної стрільби *виконується завжди*, що підтверджується через математичні перетворення змін просторово-часових параметрів техніко-тактичних дій стрільця згідно із законом додавання швидкостей у механіці; практично абсолютну достовірність має опис розробленого нами винаходу № 2001010285 від 16.07.2001, бюл. № 6; 26074.

*Наукове значення роботи.* Наукові положення, які обґрунтовані в даній роботі, змінюють уявлення про вихідне положення теорії виконання влучного пострілу, розвивають теорію техніко-тактичної підготовки стрільців і доповнюють наукові знання для розв'язання проблеми *оптимізації процесу техніко-тактичної підготовки спортсменів у стрілецьких олімпійських вправах*, а також удосконалюють систему науково-методичного забезпечення підготовки спортсменів у стрілецьких вправах.

*Практичне значення одержаних результатів* полягає: у науково-методичному забезпеченні підготовки стрільців-спортсменів; у науково-методичному забезпеченні цільових програм підготовки збірних команд України з кульової та стендової стрільби до XXVI, XXVII і XXVIII Олімпійських ігор, які затверджені Міністерством України у справах молоді та спорту та Державним комітетом України з питань фізичної культури і спорту; в публікації основних результатів досліджень, а також навчальних програм з кульової стрільби, стендової стрільби та стрільби з лука для дитячо-юнацьких спортивних шкіл, спортивних дитячо-юнацьких шкіл олімпійського резерву та спортивних шкіл вищої майстерності, які затверджені Міністерством України у справах молоді та спорту.

*Дискусія.* Зміни вертикальних або горизонтальних координат проекції мушки в районі прицілювання під час обробки спуска характеризують рух точки прицілювання зі швидкістю  $V_m$  щодо мішені (при відсутності змін просторових координат прицілу й мішені  $V_m = 0$ ). Отже, швидкість руху проекції зброї в районі прицілювання є інтегральним *критерієм* основних просторово-часових параметрів техніко-тактичних дій спортсменів у процесі стрільби.

Визначено, що швидкість руху проекції зброї в районі прицілювання в процесі стрільби змінюється від 9 до 21 мм/сек. У *майстрів спорту* швидкість руху проекції зброї в районі прицілювання в процесі стрільби дорівнює  $15 \pm 19$  мм/сек, у *майстрів спорту міжнародного класу* швидкість руху проекції зброї в районі прицілювання в процесі стрільби дорівнює  $12 \pm 14$  мм/сек, а у *олімпійців* швидкість руху проекції зброї в районі прицілювання в процесі стрільби змінюється від 9 до 11 мм/сек.

Відповідні зміни інших зареєстрованих величин склали:

- час прицілювання перед пострілом -  $15,0 \pm 3,6$  сек.;
- траєкторія прицілювання в 10,5 -  $97,9 \pm 3,0$  %;
- траєкторія прицілювання в 10,0 -  $67,5 \pm 14,3$  %;

- довжина траєкторії прицілювання -  $12,0 \pm 1,5$  мм;
- еліпсність траєкторії прицілювання -  $1,6 \pm 0,3$ .

*Аналіз змін просторово-часових параметрів основних техніко-тактичних дій стрільців дозволив із достатнім ступенем вірогідності (по  $t$  - критерію Стьюдента,  $t = 5,584$ ;  $n = 60$ ,  $P < 0,001$ ) встановити обернено пропорційну статистичну залежність між двома змінними величинами виду  $M_r = k/V_m$ , де  $k$  – постійна (дистанційний коефіцієнт). Така залежність описується гіперболічною кривою другого порядку та характеризує взаємозв'язки між  $V_m$  і  $M_r$ .*

Залежності результатів стрільби від часу прицілювання, часу знаходження точки прицілювання у габаритах 10.0, довжини траєкторії прицілювання та еліпсності траєкторії прицілювання не виявлено.

На підставі встановлених взаємозв'язків визначені певні закономірності змін результату прицілювання в процесі стрільби:

- кількісні зміни просторово-часових параметрів зброї й мішені викликають зміни швидкості проекції зброї в районі прицілювання;
- кількісні зміни швидкості проекції зброї в районі прицілювання обернено пропорційні результативності стрільби;
- максимальний результат пострілу обумовлено нульовою різницею між величинами швидкості проекції зброї й швидкості мішені згідно закону додавання швидкостей у механіці.

На основі зв'язку швидкості руху проекції зброї в районі прицілювання і результатом стрільби, як критерієм ефективності техніко-тактичних дій стрільців, відкрито Закон влучності стрільби, що формулюється таким чином: *точність влучення в мішень обернено пропорційна швидкості руху зброї в районі прицілювання.*

На підставі гіперболічної залежності  $M_r$  від  $V_m$  виявлені тенденції збільшення або зменшення результативності стрільби згідно швидкості руху проекції зброї в районі прицілювання. На цій підставі вперше виявлено загальну закономірність збільшення результативності стрільби по мірі зменшення швидкості руху проекції зброї в районі прицілювання.

Визначені дані є достатніми для доведення теореми адекватності: якщо швидкість руху проекції зброї в районі прицілювання адекватна швидкості руху мішені, то результати стрільби – максимальні. Під адекватністю руху ми розуміємо відповідність повідки зброї й руху мішені по напрямку й швидкості в процесі точного прицілювання.

На цій підставі діє загальний закон ідеальної стрільби: ідеальна стрільба обумовлена нульовою різницею швидкості проекції лазерної зброї й мішені ( $V_m=0$ ). Використання лазерної зброї вилучає балістичні помилки, що виникають унаслідок різниць стволів, патронів, атмосферних умов та ін. При  $V_m=0$  техніко-тактичні дії стрільців є оптимальними - стрілецько-спортивний снаряд (куля, шрот або стріла) влучають у центр мішені, що у фінальних серіях олімпійських вправ з кульової стрільби дорівнює 10,9 очок. Критерієм оптимальності є  $V_m$ .

Кількісні зміни просторово-часових параметрів проекції зброї в районі прицілювання в процесі стрільби визначаються різницею швидкостей мушки й мішені,  $V_m$ . Вони обернено пропорційні результативності стрільби, обумовлені якісними змінами техніко-тактичних дій спортсменів і характеризують їхню підготовленість. Зменшення  $V_m$  від 21 до 9 мм/сек обумовлює збільшення  $M$ , від 9,0 до 10,5 – 10,7 очок. Швидкість проекції прицілу, (зброї) у завершальній фазі циклу пострілу є кількісним показником ефективності майбутнього пострілу. Під час руху проекції прицілу по мішені зі швидкістю  $19 \div 14$  мм/сек максимально можливими результатами у вправі ГП-6 є  $590 \div 593$  очок, а при швидкості проекції прицілу в  $12 \div 9$  мм/сек –  $594 \div 600$  очок. Отже, оптимальні результати характеризуються нульовою швидкістю руху проекції зброї в районі прицілювання у завершальній фазі пострілу.

Загальна закономірність руху проекції зброї в районі прицілювання у завершальній фазі пострілу характерна для великих груп явищ: у кульовій стрільбі та стрільбі з лука по нерухомих мішенях – 14 олімпійських вправ, у кульовій стрільбі по мішенях, що рухаються - 1 олімпійська вправа, у стендовій стрільбі по швидко летючих мішенях - 6 олімпійських вправ. Загалом у стрілецьких видах спорту на Олімпійських іграх виконують 21 вправу, в яких розігруються 63 медалі і значно більше на Чемпіонатах світу і Європи. Зазначений обернено пропорційний взаємозв'язок виявляється у виді тенденцій і поширюється на всіх людей, що займаються стрільбою.

Критерієм оптимальності є  $V_m$ .

#### *ЛІТЕРАТУРА:*

1. Пятков В.Т. Теорія і методика стрілецького спорту. Львів: Інтеллект-Захід, 1999. - 294 с., іл.
2. Пятков В.Т. Теоретико-методичні основи техніко-тактичної підготовки спортсменів у стрілецьких олімпійських вправах // Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту: Зб. наук.пр. під ред. Єрмакова С.С. - Харків: ХХПІ, 2002. - № 8. с. 3 – 11.
3. Пятков В.Т. Концепція інтерактивності системи науково-методичного забезпечення підготовки фахівців стрілецьких видів спорту // Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту: Зб. наук. пр. під ред. Єрмакова С.С. - Харків: ХХПІ, 2001.-№ 21. с. 3–6.
4. Пятков В.Т. Моделювання тренажерних засобів типу Стрілець-зброя-мішень // Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту: Зб. наук.пр. під ред. Єрмакова С.С.- Харків: ХХПІ, 2001.- № 8. С. 26–33.
5. Пятков В.Т. Функции принятия решений в интерактивных моделях спортивных упражнений. Физическое воспитание студентов творческих специальностей: Сб. научн. тр. под ред. Ермакова С.С. - Харьков: ХХПІ, 2001. - № 3. С. 20 – 23.
6. Юрьев А.А. Пулевая спортивная стрельба. – М.: Физкультура и спорт, 1973. – 432 с., ил.

7. Пятков-Мельник В.Т. Оптимальное состояние системы «Стрелок-оружие-мишень» // VI International Scientific Congress Physical education and sport. – Wychowanie fizyczne i sport: Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 2002. – Tom XLXV, p. 159 – 160.
- Ryatkov-Melnyk V.T. System Scientific and Methodological hrovision the Olympic cycle of National Theam training in Shooting // The Modern Olympic Sports. International Scientific Congress. (May 16-19, 1997). – Kyiv: International Financial Agency Ltd, 1997. – P. 99-100.

## МЕТОДИ РЕЄСТРАЦІЇ РУХІВ СПОРТСМЕНІВ-СТРІЛЬЦІВ

*Огірко Ігор, Ясінський Михайло, Ясінська Людмила*

*Українська академія друкарства*

Оптичні і оптико-електронні методи призначені для дистанційного і безконтактного контролю за спортсменом. Вони не заважають природному ходу тренувань та змагань.

Розрізняють фотозйомку і кінозйомку. При фотозйомці зображення фокусується на нерухомій фотопластинці або фотопапері, при кінозйомці окремі пози спортсмена фотографуються на наступних один за одним кадрах рухомої світлочутливої плівки (кіноплівки).

Фото і кінозйомка спортивних рухів спортсменів проводяться в природних умовах тренувань та змагань чи в спеціально організованих умовах. Результати фото- і кінозйомки призначаються чи для візуального вивчення рухів, чи для визначення кінематичних характеристик (пересувань, швидкостей, прискорень). В першому випадку результати представляються у вигляді фотознімку, кінофільму, кінокольцівки або кінограми.

При фото- і кінозйомках, що виконуються з вимірювальними цілями, реєструється циклограма або стробофотограма.

Стробофотограмою (стробограмою) руху прийнято називати суміщення декількох поз рухаючогося об'єкта. Її звичайно отримують шляхом фотозйомки через обтюратор – непрозорий диск, що обертається, з прорізами. Стробограма (контурограма) може бути отримана за допомогою кінозйомки. В цьому випадку кіноплівку кадр за кадром проєктують на папір і роблять послідовні відбитки (або просто обводять олівцем контури спортсмена чи спортивного снаряду)

Для реєстрації циклограми на суглобах і голові спортсмена закріплюють маркери (мініатюрні лампочки чи відбивачі світла). Зйомка ведеться фотоапаратом зі стробоскопом (фотоциклографія) чи кіноапаратом (кіноциклографія).

Кіноциклограма одержиться, якщо кадри кіноплівки почергово спроекувати на аркуш паперу і вручну відмітити положення маркерів.

Точність реєстрації положення точки в просторі – найважливіший критерій якості оптичних і оптико-електронних систем, призначених для вимірювань. Від неї залежить точність виміру швидкості і прискорення.