



УДК 799.3-047.58

## ПІДХОДИ ДО МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМИ «СТРІЛЕЦЬ – ЗБРОЯ – МІШЕНЬ»

**Андрій ДЕМІЧКОВСЬКИЙ<sup>1</sup>,**  
**Анатолій ЛОПАТЬЄВ<sup>1,2</sup>,**  
**Ярослав П'ЯНИЛО<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Львівський державний університет фізичної культури  
імені Івана Боберського, м. Львів, Україна;

<sup>2</sup> Центр математичного моделювання Інституту  
прикладних проблем механіки і математики  
імені Я. С. Підстригача, м. Львів, Україна

**Вступ.** Моделювання на сучасному етапі розвитку науки є одним із найбільш дієвих та перспективних інструментів вивчення складних явищ і процесів у стрілецькому спорті. Аналіз наукових праць підтверджує актуальність застосування різних варіантів моделювання в таких видах стрілецького спорту, як стрільба з лука, стрільба кульова та стрільба стендова.

Об'єкт дослідження, а саме систему «стрілець – зброя – мішень», останніми десятиріччями вивчали переважно за допомогою математичного моделювання. Для створення математичної моделі системи необхідно досліджувати її з використанням основних положень системного підходу.

Основну увагу під час дослідження системи зосереджували на аналізі елементу «стрілець» [2, 7], його рухових діях під впливом зовнішніх умов та чинників завад [4]. Головні труднощі виникали у разі моделювання людини як одного з найвищих рівнів організації системи за шкалою К. Боулінга. Для того щоб уникнути згаданої проблеми був запропонований інший підхід для моделювання системи [1], а саме аналізували систему «зброя – мішень» як об'єкт моделювання, а все, що не входить у цю підсистему, але взаємодіє з нею, вважати зовнішнім середовищем. Отже, зовнішнім середовищем стосовно цієї системи є стрілець та підсистема, що його оточує. Дію людини та зовнішніх чинників можна трактувати як деяку функціональну залежність певних параметрів, що діють упродовж певного часу.

У стрільбі нас цікавить результат, тому логічно досліджувати матеріально-інформаційну систему «стрілець – результат», у якій матеріальний складник системи замінюють на інформаційний компонент (10, 9, 8, ...) у стрілецьких видах спорту.

**Мета роботи** полягає в наведенні різних підходів до моделювання системи «стрілець – зброя – мішень» та адаптації основних положень системного підходу.

**Результати досліджень.** Науковці присвячували свої праці питанню використання положень системного підходу в спортивній науці [3, 4, 9, 10].

У системології вивчають динамічну систему, що складається з трьох елементів-підсистем: «об'єкта – взаємодії – середовища», де об'єкт – стійке в часі й обмежене в просторі утворення, що сприймають як єдине ціле – елемент системи; взаємодія – континуально-неперервний процес взаємопов'язаної із причинно-наслідковими зв'язками трансформації параметрів об'єкта та середовища; середовище – довільна сукупність об'єктів, які можуть впливати на досліджуваний об'єкт (рис.1). Виокремлено матеріальну систему «стрілець – зброя – мішень» для визначення впливів зовнішніх та внутрішніх чинників на функціонування цієї системи, що згодом дало змогу розподілити виконання пострілу на фази: «прицілювання», «виконання пострілу – активний постріл», «налаштування на постріл» [7, 8].



*Рис. 1. Динамічна система «об'єкта – взаємодії – середовища»*

Використовуючи такий принцип для побудови системи, ми пропонуємо створити систему «стрілець – зброя – результат» для подальшого встановлення зв'язків між результатом і фазами пострілу.

Відмінністю інформаційної системи «стрілець – результат» є аналіз елементу «результат» (див. табл. 1) та встановлення зв'язку між елементами системи. Результат стрільби характеризує рівень підготовленості спортсмена, аналіз якого дасть змогу поліпшити добір засобів і методів для підготовки.

Особливістю системного аналізу є використання методів двох типів: якісних і формальних.

У стрілецьких видах спорту для аналізу найчастіше використовують:

- дискримінантний аналіз – різновид багатовимірного аналізу, призначеного для розв'язання задач щодо розпізнавання образів. Використовують для ухвалення рішення про те, які змінні розділюють (тобто дискримінують) певні масиви даних (так звані групи);
- регресійний аналіз необхідний для розв'язування задач, у яких стохастичні залежності (стохастичні відношення «причина–наслідок») задаються функціями з однією або декількома змінними, які визначають як незалежні. Регресійний аналіз – це метод математичної статистики, що дає змогу визначити ступінь роздільного та сумісного впливу чинників, які вивчають, на результативну ознаку та кількісно оцінити цей вплив за допомогою використання різних критеріїв;
- кореляційний аналіз застосовують, щоб установити залежність між двома або більшою кількістю стохастичних змінних, яка є між ними.

Таблиця 1

## Аналіз стрільби з пневматичної гвинтівки

Етапи аналізу	Опис	Організаційно-методичні вказівки
Перший – аналіз результату	Досліджують результат змагальної вправи загалом.	—
Другий – аналіз серій	Аналіз кожної серії надає інформацію про перебіг втоми під час виконання стрільби. У кожній серії вона проявляється зниженням результативності, наприклад, перша серія – 97 очок; друга серія – 96 очок; третя серія – 98 очок; четверта серія – 96 очок; п'ята серія – 98 очок; шоста серія – 96 очок. Результати серій відрізняються від максимальної у 100 очок	Проаналізувавши результат серій у межах вправи, можна засвідчити, що втома проявляється у спортсмена в найменших результатах у серії
Третій – аналіз пострілу	Кожен постріл змагальної діяльності вивчають по кожній серії та аналізують від 1–10, 11–20, 21–30, 31–40, 41–50, 51–60 таким чином, щоб можна було спостерігати розташування кожного пострілу відповідно до центру мішені, наприклад: Вв. Зл. (уверх зліва); Вв. Сп. (уверх справа); Вн. Зл. (вниз зліва); Вн. Сп. (вниз справа). Найбільше уваги приділяють тим серіям, у яких найнижчий результат, щоб визначити, в який момент втома вплинула на спортсмена та відобразилася на отриманому результаті. Визначають відсоткове співвідношення між загальною кількістю пострілів у вправі та визначеними, відповідно до їхнього розташування щодо центру мішені	Демонструє, в який бік відповідно до центру мішені є відхилення пострілів, наявність яких є наслідком відсутності відповідних техніко-тактичних коректив під час виконання вправи, а також впливу втоми на організм спортсмена. Результати є важливими для практичної роботи, тому що дають змогу внести відповідні зміни у виконання вправи
Четвертий – узагальнення отриманих результатів	Розподіляють усі постріли відповідно до виконання від першого до останнього, вносять до таблиці, будують візуальний графік виконання, на якому наочно можливо побачити, як відбувалося виконання кожного пострілу і вправи загалом. Графік дасть змогу побачити картину виконання, продемонструє для тренера рівень підготовленості спортсмена	Аналіз потрібно здійснювати індивідуально для кожного спортсмена, щоб визначити шляхи удосконалення підготовки кожного спортсмена та дібрати правильні засоби й методи для виконання завдань

У табл. 2 наведено приклад кореляційних зв'язків між фазами пострілу в стрільбі з пневматичної гвинтівки.

Таблиця 2

**Кореляційний аналіз фаз пострілу з пневматичної гвинтівки**

Постріли	Коефіцієнт кореляції					
	Елементи пострілу					
	прицілювання / виконання пострілу або активний постріл»	«виконання пострілу або активний постріл» / налаштування на постріл	налаштування на постріл / результат	«виконання пострілу або активний постріл» / результат	загальний час / результат	прицілювання / результат
1-10	0,910	-0,400	0,007	0,144	-0,145	0,298
11-20	0,079	-0,138	0,296	0,126	0,133	0,213
21-30	0,481	-0,576	0,355	-0,273	-0,113	-0,014
31-40	0,175	-0,190	0,172	-0,023	0,025	0,408
41-50	-0,035	-0,049	0,281	-0,324	0,164	0,258
51-60	-0,209	-0,061	0,212	0,265	-0,116	-0,165
Середні значення	0,234	-0,236	0,221	-0,014	-0,008	0,166

**Примітка:** 1-10 означає, що підрахунок здійснювали з першого до десятого пострілу і т. д.; 11-20 - з одинадцятого до двадцятого; 21-30 - з двадцять першого до тридцятого; 31-40 - з тридцять першого до сорокового; 41-50 - з сорок першого до п'ятдесятого; 51-60 - з п'ятдесят першого до шістдесятого.

Звернемо увагу на те, що коефіцієнт кореляції має як додатні, так і від'ємні значення. Якщо знак коефіцієнта лінійної кореляції «+», то зв'язок між ознаками прямо пропорційний, тобто більшій величині однієї ознаки відповідає більша величина іншої ознаки. У разі знака «-» коефіцієнта лінійної кореляції наявна обернено пропорційна залежність, тобто збільшення однієї ознаки відповідає зменшенню іншої ознаки.

**Висновки.** Запропонована система «стрілець - результат» значно розширює можливості використання цифрових технологій для пізнання процесів, що характерні для такого виду спорту, як стрільба.

Реалізовано адаптацію основних положень системного підходу для стрільби з пневматичної гвинтівки.

### Список використаних джерел

1. Лопатьев А. О возможных подходах при моделировании сложных систем в стрелковых видах спорта / Лопатьев А., Дзюбачик Н., Виноградский Б. // Наука в олимпийском спорте. – 2004. – № 2. – С. 101–107.
2. Аналіз рухових дій при виконанні стрілецьких вправ / Власов А. П., Лопатьев А. О., Виноградський Б. А., Демічковський А. П. // Актуальні проблеми сучасної біомеханіки фізичного виховання та спорту. – Чернігів, 2010. – С. 561–565.
3. Системний підхід і математичне моделювання біологічних та природних об'єктів і процесів / Власов А., Демічковський А., Іващенко О., Лопатьев А., Пітин М., П'янило Я., Худолій О. // Фізико-математичне моделювання та інформаційні технології. – 2016. – № (23). – С. 17–28.
4. Варіанти класифікації факторів збурення в кульовій стрільбі / Лопатьев А. О., Виноградський Б. А., Демічковський А. П., Смільнянин С. М. // Моделювання та інформаційні технології у фізичному вихованні та спорті : матеріали XII Міжнар. наук. конф. – Львів, 2016. – С. 86–89.
5. Лопатьев А. О., Особливості моделювання системи «стрілець-зброя-мішень» / Лопатьев А. О., Дзюбачик М. І., Смільнянин С. М. // Теорія та методика фізичного виховання. – 2009. – № 5. – С. 37–42.
6. Лопатьев А. Основні визначення і положення системного підходу, математичного моделювання та інформаційних технологій спортивної науки / Лопатьев А., Пітин М., Демічковський А. // Теорія та методика фізичного виховання. – 2017. – № 17(3). – С. 117–125.
7. Demichkovskiy A. Indicators of Technical and Tactical Actions of Qualified Air Rifle Shooters / Demichkovskiy A. // Teoriâta Metodika Fizičnogo Vihovannâ. – N 19(4). – P. 186–192.
8. Lopatiev A. Improving the Technical and Tactical Training of Skilled Rifles with an Air Rifle at the Stage of Specialized Basic Training / Lopatiev A., Demichkovskiy A. // Journal of Learning Theory and Methodology. – N 2(1). – P. 12–20.
9. Processing of Digital Information on the Basis of Orthogonal and Biorthogonal Polynomials / Pyanylo Y., Sobko V., Pyanylo H., Petrus M., Demichkovsky A. // Methods and Systems of Navigation and Motion Control (MSNMC). – Kyiv, 2020. – P. 114–117.
10. Main methods of numeric series analysis during study of biological system / Pyanylo Y., Lopatiev A., Vlasov A., Petrus M., Demichkovskiy A., Shtangret N. // Advanced computer information technologies acit. – Deggendorf, 2021. – P. 226–229.