

# МОДЕЛЮВАННЯ СКЛАДНИХ СИСТЕМ В ОБЛАСТІ МЕХАНІКИ ЛЮДИНИ, ФІЗИЧНОГО ВИХОВАННЯ І СПОРТУ

## ПОРІВНЯННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ІНСТРУМЕНТАЛЬНИХ ЗАСОБІВ ПРИ МОДЕЛЮВАННІ ВПЛИВУ ЗОВНІШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА У СТРІЛЬБІ З ЛУКА

*Виноградський Богдан*, Львівський державний університет фізичної культури

**Анотація.** У статті подається порівняльна характеристика ефективності застосування різних інструментальних засобів, що дозволяють моделювати умови зовнішнього середовища, які є близькими до змагальних. Визначено механізми впливу обраних педагогічних засобів на динаміку основних значущих параметрів спеціальної підготовки лучників високої кваліфікації. Проаналізовано зміну спортивної результативності стрільців під час чотирьох змагань.

**Ключові слова:** стрільба з лука, спеціальна підготовленість лучників, спортивна результативність.

**Постановка проблеми.** Зовнішнє середовище, в якому змагається спортсмен, є різноманітним і суттєво впливає на механізм досягнення спортивного результату. Знаючи біомеханічні закономірності взаємодії тіла спортсмена зі зовнішнім середовищем, можна враховувати основні механічні фактори його впливу на спортсмена і на цій основі розробляти тренувальні пристрої, які дозволяють штучно моделювати природні умови виконання спортивних дій.

Основні методологічні положення концепції штучного моделюючого середовища вже експериментально апробовані, але методичні аспекти використання знаходяться у стадії уточнення і деталізації, у зв'язку з тим, що відчувається найгостріша необхідність врахування специфічних особливостей різних видів спортивної діяльності. Кожен вид спортивної діяльності потребує напрацювання своїх специфічних методичних позицій і, зазвичай, відмінних один від одного засобів.

У нашому дослідженні спортсмен в умовах змагальної діяльності розглядається як складна біомеханічна система, що взаємодіє з оточуючим середовищем, спортивним знаряддям і низкою інших збиваючих факторів, котрі впливають на досягнення того чи іншого спортивного результату. Очевидно, що основною метою моделювання процесу змагальної діяльності в певних умовах зовнішнього середовища є пошук ефективних способів виконання рухових дій, які спрямовані на досягнення найвищого спортивного результату.

Роботу виконано згідно зі Зведеним планом науково-дослідної роботи у сфері фізичної культури

і спорту на 2006—2010 за темами: «Вдосконалення засобів і методів технічної підготовки кваліфікованих спортсменів» шифр 2.2.2 (№ держреєстрації 0104U003839); «Моделювання процесів взаємодії тіла людини зі спортивним приладдям» шифр 2.2.5 (№ держреєстрації 0106U012619).

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** На сучасному етапі розвитку спортивної педагогіки сформульовано основні теоретичні концепції застосування штучного моделюючого середовища у практиці підготовки спортсменів [5—8]. Це дослідження є продовження циклу статей, які пропонують педагогічні варіанти удосконалення технічної майстерності висококваліфікованих лучників на основі використання спеціально розроблених тренажерних комплексів для відтворення умов зовнішнього середовища [1—4].

**Мета роботи:** визначити ефективність методичних засобів удосконалення технічної майстерності лучників з використанням моделювання умов «штучного керуючого середовища».

**Завдання дослідження:**

- визначити вплив педагогічних засобів моделювання зовнішнього середовища на зміну показників спеціальної підготовленості лучників високої кваліфікації;
- виконати компаративний аналіз використання запропонованих інструментальних засобів моделювання зовнішнього середовища.

У дослідженнях брали участь лучники високої кваліфікації. Утворено 4 експериментальні та одна контрольна група по 13 спортсменів у кожній.

**Методи дослідження.**

1. Загальнотеоретичні методи дослідження; аналіз і синтез, порівняння та аналогія.

2. Педагогічний контроль: динамометрія та тестування спеціальної силової витривалості м'язів плечового пояса лучників.

3. Педагогічний експеримент для апробації розроблених технологій.

4. Дослідження кінематичних характеристик рухів стрільців за допомогою модернізованого оптико-електронного комп'ютерного комплексу Scatt.

5. Математико-статистичні методи обробки цифрових масивів.

**Результати дослідження.** Моделювання різних умов зовнішнього середовища дозволяє сформулювати спортивну техніку виконання змагальної вправи, яка характеризується ознаками варіативності, гнучкості та пластичності. Варіативність спортивної техніки стрільців досягається шляхом внесення змін у руховий режим виконання змагальної вправи, що є необхідною умовою усунення протиріч процесу вдосконалення необхідних спеціалізованих дій.

Важливо порівняти ефективність інструментальних засобів запропонованої педагогічної методики, яка базується на технології моделювання умов зовнішнього середовища. Критеріями ефективності педагогічної методики, яка ґрунтується на використанні: 1) механічного коливального маятника, 2) комп'ютерного пристрою для відтворення вітрової ситуації, 3) гіпергравітаційного костюма, 4) нестійких пружинних платформ, — є позитивні зміни показників спеціальної підготовленості та спортивного результату (табл. 1).

Запропоновані педагогічні засоби вдосконалення технічної майстерності, що характеризуються багатьма спільними рисами, пов'язаними з використанням аналогічного підходу до організації процесу підготовки, формують функціональні системи конкретного поведінкового акту. Адаптаційні зміни в компонентах цієї функціональної системи виконують роль необхідних передумов її формування, тому стверджуємо, що зміна величин у параметрах спеціальної підготовленості є передумовою для покращення спортивного результату. Зазначимо також, що системна реакція організму на застосування комплексу інструментальних засобів запропонованої педагогічної методики є специфічною, причому неспецифічна ланка адаптації, що є невід'ємним компонентом будь-якої функціональної системи, також визначає характер його реагування.

Зі значної кількості параметрів спеціальної підготовленості, що впливають на спортивний результат аналізувалися саме ті показники, які мають найбільші величини статистичного зв'язку з ним. Попередні дослідження виявили, що такими показниками є: точність прицілювання, (мм); середня стійкість в «10», (с), час утримання точки приці-

лювання в крузі мішені  $\varnothing$  20 мм, (с); час утримання лука в розтягнутому стані, (с); сила м'язів лівої руки при спрямуванні зусиль вгору, (Н) [3].

Порівнювалися зафіксовані дані зазначених параметрів до та після проведення педагогічних експериментів. Встановлювалися абсолютні значення різниць середніх показників кожного параметру та розраховувався *t*-критерій Стьюдента, як один із показників значущості змін (рис. 1).

Встановлено, що зміни величин спеціальної підготовленості відбулися в усіх експериментальних і контрольній групі. Однак їх величина та характер суттєво відрізняються залежно від використовуваного інструментального засобу. Вибірка спортсменів, що послуговувалася на тренуваннях механічним коливальним маятником (Е-1), досягла найбільшого зростання показника тривалості утримання точки прицілювання у крузі  $\varnothing$  20 мм у середньому на 5,9 с, також зросли точність прицілювання на 4,6 мм і середня стійкість у «10» на 0,4 с. Спортсмени групи Е-2, які використовували комп'ютерний пристрій для відтворення вітрової ситуації, суттєво покращили точність прицілювання в середньому на 10,6 мм, а також збільшили показник перебування точки прицілювання в зоні «10» на 1,5 с. Спортсмени вибірки (Е-3), які застосовували гіпергравітаційний костюм, досягли найбільшого приросту у: тривалості утримання лука в розтягнутому стані на 7,2 с; максимальних показниках сили м'язів лівої руки при спрямуванні зусилля вгору на 3,9 Н; а також в утриманні точки прицілювання у крузі мішені діаметром 20 мм на 3,8 с. Лучники експериментальної групи Е-4, які тренувалися зі застосуванням нестійких пружинних платформ, досягли найбільших позитивних змін у показниках точності прицілювання на 8,5 мм, утриманні точки прицілювання в крузі діаметром 20 мм і тривалості утримання лука в розтягнутому стані на 4,5 с. Спортсмени контрольної групи (К-1), що тренувалися за «звичними» планами підготовки у спеціальнопідготовчому періоді річного циклу, мали незначний приріст величин параметрів спеціальної підготовленості, які аналізуються.

Статистичний аналіз із використанням *t*-критерію Стьюдента доводить, однак, що тільки окремі показники підготовленості мали значущу різницю при достовірності 95%. Визначено, що статистично значущими виявилися зміни у показниках: точності прицілювання для експериментальних груп Е-2 ( $t_{\text{розр.}} 2,19 > t_{\text{табл.}} 2,18$ ) і Е-4 ( $t_{\text{розр.}} 2,24 > t_{\text{табл.}} 2,18$ ); середньої стійкості в «10» також у групах Е-2 ( $t_{\text{розр.}} 2,57 > t_{\text{табл.}} 2,18$ ) і Е-4 ( $t_{\text{розр.}} 2,68 > t_{\text{табл.}} 2,18$ ); тривалості утримання точки прицілювання в крузі  $\varnothing$  20 мм в експериментальній групі Е-1 ( $t_{\text{розр.}} 2,20 > t_{\text{табл.}} 2,18$ ); тривалості утримання лука в розтягнутому стані у групі Е-3 ( $t_{\text{розр.}} 2,21 > t_{\text{табл.}} 2,18$ ); силі м'язів лівої руки при спряму-

Таблиця 1.

Динаміка значущих показників спеціальної підготовленості у лучників експериментальних груп

Інструментальні засоби моделювання зовнішніх умов		Показники спеціальної підготовленості				
		точність прицілювання, мм	середня стійкість в «10», с	час утримання точки прицілювання в крузі мішені Ø 20 мм, с	час утримання лука в розтягнутому стані, с	сила м'язів лівої руки при спрямуванні зусиль вгору, Н
механічний коливальний маятник (Е-1)	до експ.	34,2±2,8	3,2±0,7	12±1,9	21,2±4,1	13,8±1,8
	після експ.	28,4±2,8	3,6±0,5	15,9±1,9	22,2±4,2	13,9±1,6
	різниця	4,6	0,4	5,9	1,0	0,1
	t-кр. Ст'юдента	1,16	0,46	<b>2,20</b>	0,17	0,04
комп'ютерний пристрій для відтворення вітрової ситуації (Е-2)	до експ.	34,8±3,3	2,9±0,5	11,3±1,9	22,1±4,0	13,7±1,8
	після експ.	24,2±3,4	4,4±0,3	12,8±2,9	22,8±4,1	13,7±1,8
	різниця	10,6	1,5-	1,5	0,7	0
	t-кр. Ст'юдента	<b>2,24</b>	<b>2,57</b>	0,43	0,12	0
гіпергравітаційний костюм (Е-3)	до експ.	35,1±2,9	2,8±0,6	12,1±1,9	21,2±2,5	13,8±1,5
	після експ.	32,1±4,9	3,2±0,6	15,9±2,3	26,2±2,1	16,8±0,9
	різниця	3,0	0,4	3,8	7,2	3,9
	t-кр. Ст'юдента	0,27	0,47	1,27	<b>2,21</b>	<b>2,23</b>
нестійкі пружинні платформи (Е-4)	до експ.	33,9±2,8	2,9±0,4	12,3±1,9	20,6±3,7	13,9±1,7
	після експ.	25,4±2,7	4,1±0,2	17,1±2,7	25,2±3,3	14,7±1,7
	різниця	8,5	1,2	5,2	4,6	0,8
	t-кр. Ст'юдента	<b>2,19</b>	<b>2,68</b>	1,58	0,93	0,33
без використання засобів моделювання зовнішніх умов (К-1)	до експ.	33,9±2,8	2,9±0,4	12,3±1,9	20,6±3,7	13,9±1,7
	після експ.	32,7±2,7	3,0±0,5	12,9±1,9	20,7±3,6	14,1±1,8
	різниця	2,2	0,1	0,6	0,1	0,2
	t-кр. Ст'юдента	0,57	0,16	0,22	0,02	0,08

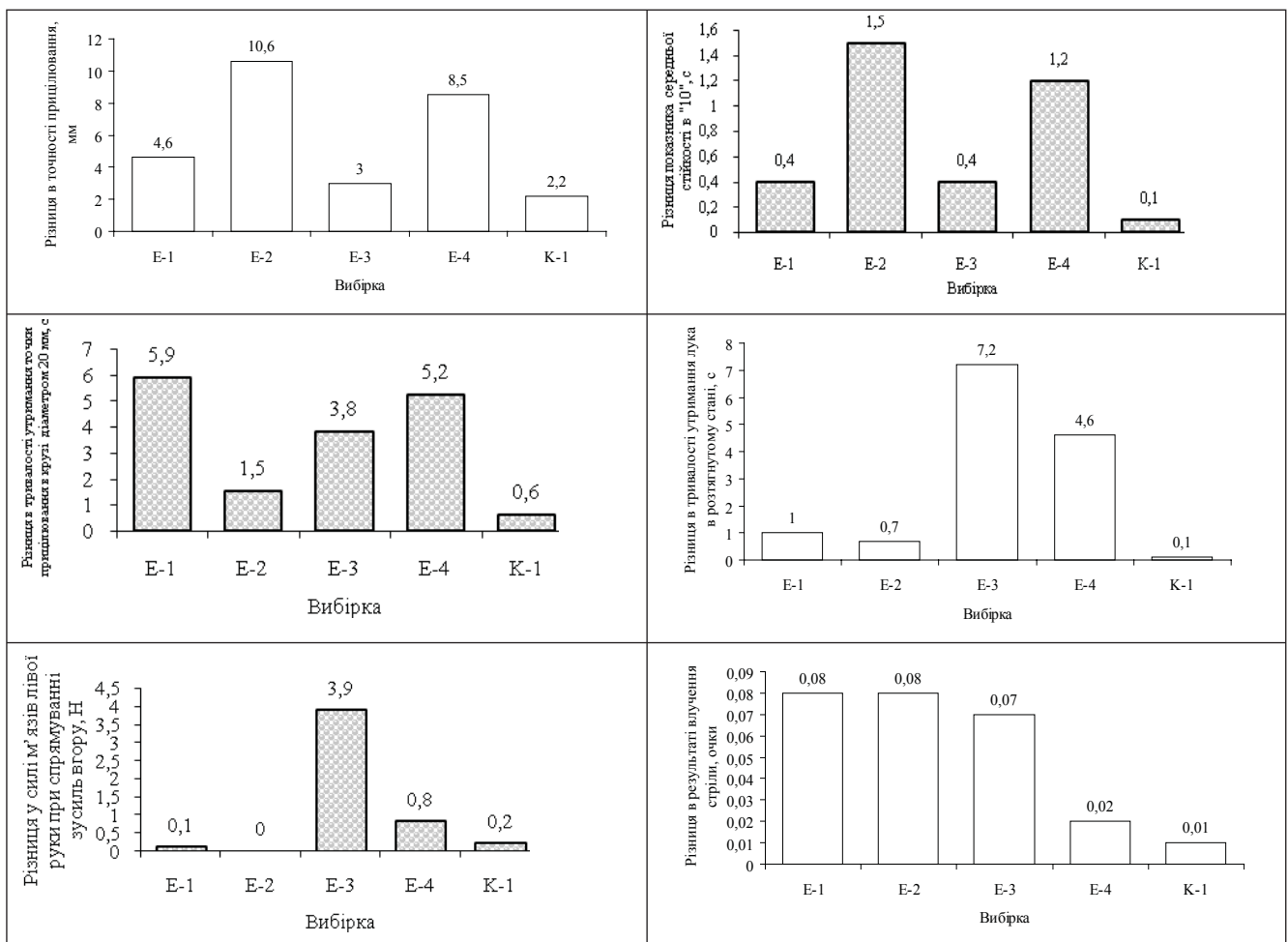


Рис. 1. Зміна величин параметрів спеціальної підготовки та результативності до та після педагогічного експерименту в різних вибірках

ванні зусилля вгору у групі E-3 ( $t_{\text{розр.}} 2,23 > t_{\text{табл.}} 2,18$ ). У контрольній групі, незважаючи на певний приріст показників спеціальної підготовки, в усіх випадках  $t_{\text{розр.}}$ -критерій Стюдента виявився меншим за  $t_{\text{табл.}}$  при достовірності 95%.

Найважливішим було те, що застосування інструментальних засобів моделювання зовнішнього середовища виявило свою ефективність у вигляді статистично значущого рівня підвищення спортивної результативності після закінчення експерименту в усіх експериментальних групах E-1 — E-4 ( $t_{\text{розр.}}$  — критерій Стюдента знаходився в межах 2,49 — 3,94, що значно більше за  $t_{\text{табл.}} 2,18$ ). В абсолютних значеннях ріст результативності виражався у підвищенні вартості влучення стріли в середньому на 0,07—0,08 очки (дистанція 70м) у групах E1—E3 і 0,02 очки у групі E-2. В контрольній групі аналогічний приріст становив 0,01 очка.

Ефективність запропонованих методик також перевірялася й у пролонгованих спостереженнях результативності в офіційних змаганнях після застосування експериментальних чинників. Виявле-

но, що практично всі запропоновані методики позитивно вплинули на зростання результативності, хоча характер їх впливу є різним (рис. 2) Зокрема, спостерігається стрімкий ріст результативності після використання комп'ютерного пристрою відтворення вітрової ситуації (E-2) та механічного комбінованого маятника (E-1). Проте, у групах спортсменів, що використовували комп'ютерний пристрій (E-2) зростання відбувається не тільки на першому змаганні, але й на другому і третьому при незначному зменшенні результату на четвертому. Умови, створені при застосуванні механічного пристрою (E-1), не дають стійкого позитивного ефекту росту, хоча зміни є статистично суттєвими у порівнянні з початковим рівнем ( $\alpha=0,95$ ). Незначне, але стійке і статистично суттєве зростання відбувається в умовах використання гіпергравітаційного костюма (E-3). При цьому паралельно підвищувався рівень силової витривалості лучників.

Застосування нестійких пружинних платформ має помітний позитивний ефект при їх цілеспрямованому використанні упродовж не менше двох

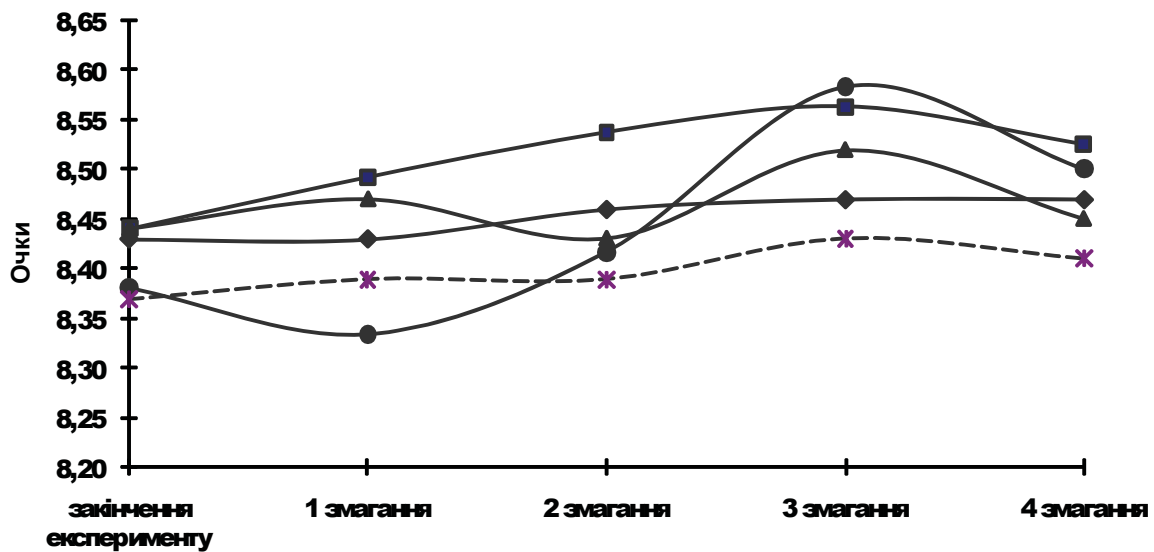


Рис. 2. Динаміка спортивної результативності лучників під час використання різних умов моделювання зовнішнього середовища:

- ▲ — використання механічного комбінованого маятника;
- — використання пристрою для відтворення вітрових ситуацій;
- ◆ — використання гіпергравітаційного костюма;
- — використання нестійких пружинних платформ;
- ж — без використання пристроїв.

мікроциклів. Менший період використання розробленої методики може призвести і до незначного погіршення спортивної результативності лучників високої кваліфікації.

**Висновки.** Педагогічна методика вдосконалення технічної майстерності лучників показала свою ефективність у вигляді значущого підвищення спортивної майстерності, ґрунтуючись на використанні:

- 1) механічного коливального маятника;
- 2) пристрою для відтворення вітрової ситуації;
- 3) гіпергравітаційного костюма;
- 4) нестійких пружинних платформ.

Встановлено факт позитивної післядії запропонованих методик на зростання результативності висококваліфікованих лучників упродовж послідовно проведених чотирьох відповідальних змагань у межах 0,06—0,08 очка середнього влучення стріли.

Визначено різну спрямованість змін параметрів спеціальної фізичної підготовленості у залежності від засобу, який використовувався. Вибірка спортсменів, що послуговувалася на тренуваннях механічним коливальним маятником, досягла найбільшого зростання показника тривалості утримання точки прицілювання у крузі  $\varnothing$  20 мм у середньому на 5,9 с, також зросли точність прицілювання на 4,6 мм і середня стійкість у «10» на 0,4 с. Спортсмени, які використовували комп'ютерний пристрій для відтворен-

ня вітрової ситуації, суттєво покращили точність прицілювання в середньому на 10,6 мм, а також збільшили показник перебування точки прицілювання в зоні «10» на 1,5 с. Стрільці, які застосовували гіпергравітаційний костюм, досягли зростання: тривалості утримання лука в розтягнутому стані на 7,2 с; максимальних показників сили м'язів лівої руки при спрямуванні зусилля вгору на 3,9 Н; а також утримання точки прицілювання у крузі мішені діаметром 20 мм на 3,8 с. Лучники, які тренувалися зі застосуванням нестійких пружинних платформ, досягли найбільших позитивних змін показників точності прицілювання на 8,5 мм, утримання точки прицілювання в крузі діаметром 20 мм і тривалості утримання лука в розтягнутому стані на 4,5 с.

Перспективними є подальші наукові пошуки, які проводитимуться при сумісному використанні запропонованих засобів моделювання умов навколишнього середовища.

## Література

1. Виноградський Б.А. Варіанти та ефективність застосування засобів гравітаційного тренування в процесі підготовки висококваліфікованих лучників / Виноградський Б. А. // Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і

- спорту: зб. наук. пр. / за ред. С. С. Єрмакова. — Х., 2007. — № 2. — С. 20—25.
2. *Виноградський Б.А.* Моделювання середовища зовнішніх умов як засіб вдосконалення спортивної майстерності лучників високої кваліфікації / Виноградський Б.А. // Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту: зб. наук. пр. / за ред. С. С. Єрмакова. — Х., 2004. — № 6. — С. 9—17.
  3. *Виноградський Б.А.* Моделювання складних біомеханічних систем і його реалізація в спорті / Б. А. Виноградський. — Л. : ЗУКЦ, 2007. — 284 с.
  4. *Виноградський Б.А.* Теоретико-методичні засади застосування пристрою для відтворення вітрової ситуації у процесі підготовки лучників / Виноградський Б. А. // Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту : зб. наук. пр. / за ред. С.С. Єрмакова. — Х., 2004. — № 7. — С. 21—27.
  5. *Єрмаков С.С.* Педагогические подходы в обучении сложным техническим приемам юных волейболистов (анализ педагогической литературы) / С.С. Єрмаков // Физическое воспитание студентов творческих специальностей : сб. науч. тр. / под ред. С.С. Єрмакова. — Харьков, 2001. — № 2. — С. 32—42.
  6. *Ратов И.П.* Концепция «искусственная управляющая среда», ее основные положения и перспективы использования / И. П. Ратов // Научные труды ВНИИФКа за 1995 г. — М., 1996. — С. 129—148.
  7. *Ратов И.П.* Совершенствование движений в спорте / И.П. Ратов, Ф. Н. Насриддинов. — Ташкент: Изд-во Ибн Сины, 1991. — 152 с.
  8. *Попов Г.И.* Биомеханические основы создания предметной среды для формирования и совершенствования спортивных движений : автореф. дис. ... д-ра пед. наук : спец. 01.02.08 «Биомеханика», 13.00.04 «Теория и методика физ. воспитания, спорт. тренировки и оздоровит. физ. культуры» / Попов Григорий Иванович. — М., 1992. — 42 с.

Надійшла до редакції 09.04.2009

**Виноградський Б.** Сравнение эффективности инструментальных средств при моделировании влияния внешней среды в стрельбе из лука.

В статье наведена сравнительная характеристика эффективности применения разных инструментальных средств, которые позволяют моделировать условия внешней среды, которые являются близкими к соревновательным. Определены механизмы влияния избранных педагогических средств на динамику основных значимых параметров специальной подготовленности лучников высокой квалификации. Проанализировано изменение спортивной результативности стрелков во время четырех соревнований.

**Ключевые слова:** стрельба из лука, специальная подготовленность лучников, спортивная результативность.

**Vynohradskyy B.** Comparison of effectiveness of instrumental methods in modeling of the external environment in archery. Comparative descriptions in effectiveness of different methods which allow to modeling of external environment are stated in the article. The influence mechanisms of select pedagogical facilities on the dynamics of basic meaningful parameters of the special preparedness in high skill archers are certain. The changes sporting effectiveness of shooters during four competitions are analyzed.

**Keywords:** archery, special archers' preparedness, sport effectiveness.