

• **ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧНІ, МЕДИКО-БІОЛОГІЧНІ
ТА ПСИХОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ПІДГОТОВКИ КВАЛІФІКОВАНИХ СПОРТСМЕНІВ**

- **THEORETICAL AND METHODOLOGICAL, MEDICAL AND BIOLOGICAL
AND PSYCHOLOGICAL ASPECTS OF THE QUALIFIED SPORTSMEN**

УДК 799.322.012

**ОБГРУНТУВАННЯ ТА ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ
СИСТЕМИ ІНСТРУМЕНТАЛЬНОГО КОНТРОЛЮ
КОМПЛЕКСНИХ БІОМЕХАНІЧНИХ СИСТЕМ
СТРІЛЕЦЬКОГО СПОРТУ**

Богдан ВІНОГРАДСЬКИЙ

Львівський державний університет фізичної культури

Анотація. У статті теоретично обгрунтовано та запропоновано практичні варіанти застосування сучасних інструментальних комплексів у стрілецькому спорті. Проаналізовано та порівняно переваги та недоліки наявного інструментарію. Подано власні підходи до проведення біомеханічного контролю та аналізу спортивної діяльності стрільців високої кваліфікації. Розроблено структурну схему контролю комплексних біомеханічних систем стрілецького спорту. Встановлено, що системність застосування, а також відповідність засобів контролю структурі управління є необхідними умовами ефективності функціонування комплексної біомеханічної системи стрілецького спорту.

Ключові слова: система контролю, біомеханічний аналіз, стрілецький спорт.

Постановка проблеми та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями. Подальші шляхи вдосконалення спортивної майстерності спортсменів пов'язані із використанням контролю як невід'ємної частини науково-методичного забезпечення системи підготовки [2, 3, 14].

Важливість контролю комплексних біомеханічних систем обумовлена багатьма характерними для сучасного спорту причинами, серед яких:

- значне ускладнення системи підготовки спортсменів;
- збільшення кількості показників, що вимірюються й реєструються під час тренувань і змагань;
- підвищення вимог до метрологічного забезпечення збирання й аналізу інформації про підготовленість спортсменів;
- відставання якості контролю від вимог спортивної практики;
- широке впровадження комп'ютерної техніки;
- використання теоретичних напрацювань з інших наукових напрямів.

Наявні чинники зумовлюють потребу підвищувати автономність системи інформаційного забезпечення, висувають принципово нові вимоги щодо організації оперативного, раціонального та цілеспрямованого збирання, опрацювання та обміну значного обсягу (який безперервно зростає) інформації, оперативного оцінювання стану організму спортсмена, його спеціальної підготовленості тощо [5].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Практичне та теоретичне значення інструментального контролю у спорті дедалі ширше висвітлюється в науковій літературі та на сторінках Інтернету [8, 12, 18]. Така сама тенденція спостерігається й у стрілецькому спорті [7, 9, 11]. Однак відзначимо поодинокість таких досліджень, відсутність системності в обгрунтуванні цілісної системи контролю, розв'язання окремих, локальних завдань, а нерідко і намагання використовувати застарілу технічну базу на сучасному етапі розвитку комунікаційних, комп'ютерно-програмних та інших технологічних можливостей [1, 3, 6, 10].

Мета дослідження – систематизація й напрацювання новітніх підходів до вдосконалення інструментальних засобів контролю комплексних біомеханічних систем стрілецького спорту.

Завдання дослідження:

1. Систематизувати сучасні засоби інструментального контролю комплексних біомеханічних систем стрілецького спорту.
2. Розробити структурну схему інструментального контролю комплексних біомеханічних систем стрілецького спорту.
3. Запропонувати сучасні засоби інструментального контролю комплексних біомеханічних систем стрілецького спорту.

Результати дослідження та їх обговорення. Однією з найважливіших вимог об'єктивності вивчення біомеханічних систем у спорті є використання відповідних засобів і методів контролю [4, 5, 6]. На наш погляд, процес контролю комплексної біомеханічної системи стрілецького спорту вимагає дотримання алгоритму та визначених правил (рис.1). Щоб описати процес контролю, передусім, слід визначити:

- мету контролю тієї чи іншої фізичної величини, яка може охарактеризувати стан біомеханічної системи;
- конкретний структурний елемент техніки пострілу;
- апріорну інформацію про систему;
- величину, що контролюється;
- засіб контролю;
- результат і похибку вимірювань.

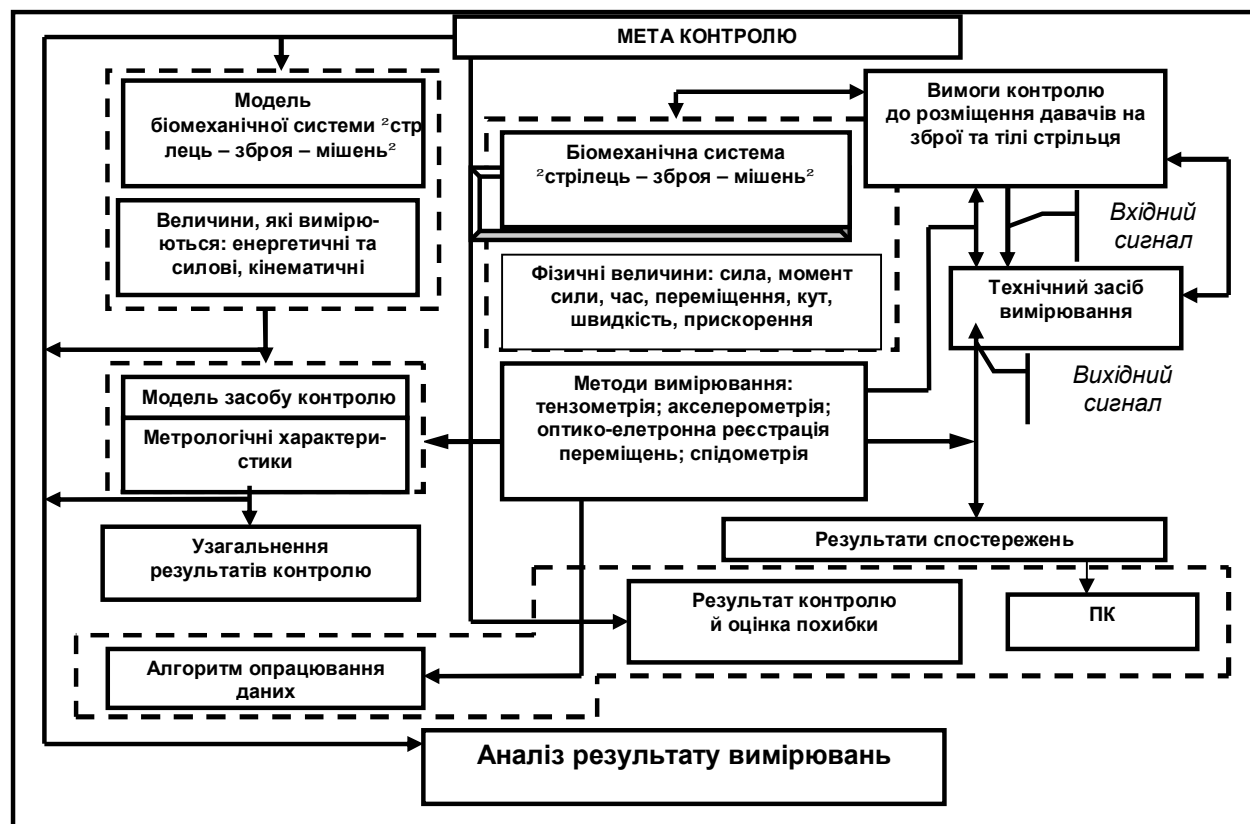


Рис. 1. Алгоритм здійснення інструментального контролю комплексної біомеханічної системи стрілецького спорту

На наш погляд, комплексні біомеханічні системи у спорті – це сукупність компонентів різної природи, сумісне функціонування яких спрямоване на досягнення певного рухового завдання, які характеризуються мірою їх механічного стану та поведінки. Тому блоками-компонентами комплексної біомеханічної системи є підсистема рухових дій спортсмена; поведінка об'єктів в умовах механічної взаємодії зі спортсменом; результати виконання рухового завдання; умови здійснення рухових дій; розвиток рухової функції спортсменів у результа-

ті цілеспрямованих педагогічних дій керування. Отже, біомеханічні системи характеризуються численними й різноманітними за типами зв'язками між блоками системи, які окремо функціонують, і наявністю в такій системі функції призначення, котрої немає в її частинах. Характерним прикладом комплексної біомеханічної системи є антропотехнічна структура типу «стрілець – зброя».

Ураховуючи структуру комплексної біомеханічної системи стрілецького спорту, ми розробили схему її контролю (рис.2). Зазначимо, що отримані знання доцільно екстраполювати і на ширші антропотехнічні системи спортивної діяльності, компонентами яких є «спортсмен», «спортивне обладнання» та «результат» їх взаємодій.

Ефективний контроль комплексних біомеханічних систем має відповідати певному набору критеріїв, з-поміж яких можна виокремити основні.

1. **Точність.** Система контролю, яка подає неточну інформацію, призводить до помилок у керуванні зайвих зусиль. Отже, точність означає, що система контролю повинна бути достовірною – такою, що продукує реальні дані.

2. **Своєчасність.** Найточніша інформація мало чого варта, якщо вона не надійшла своєчасно. Тобто система контролю повинна вчасно забезпечувати тренера або спортсмена інформацією, скорочувати часовий інтервал між подією та її відображенням.

3. **Економічність** означає, що результати здійснення контролю повинні бути більшими за витрати, пов'язані з його впровадженням.

4. **Гнучкість.** Система контролю повинна бути “спроможною” враховувати зміни та “вміти” пристосовуватися до них.

5. **Зрозумілість.** Система контролю, яку важко зрозуміти (усвідомити), може бути причиною помилок підлеглих і навіть ігнорування ними самого контролю.

6. **Обґрунтованість критеріїв.** Стандарти в системі контролю мають бути обґрунтованими (виваженими).

Розглянемо кожен блок контролю комплексної біомеханічної системи стрілецького спорту (рис.2).

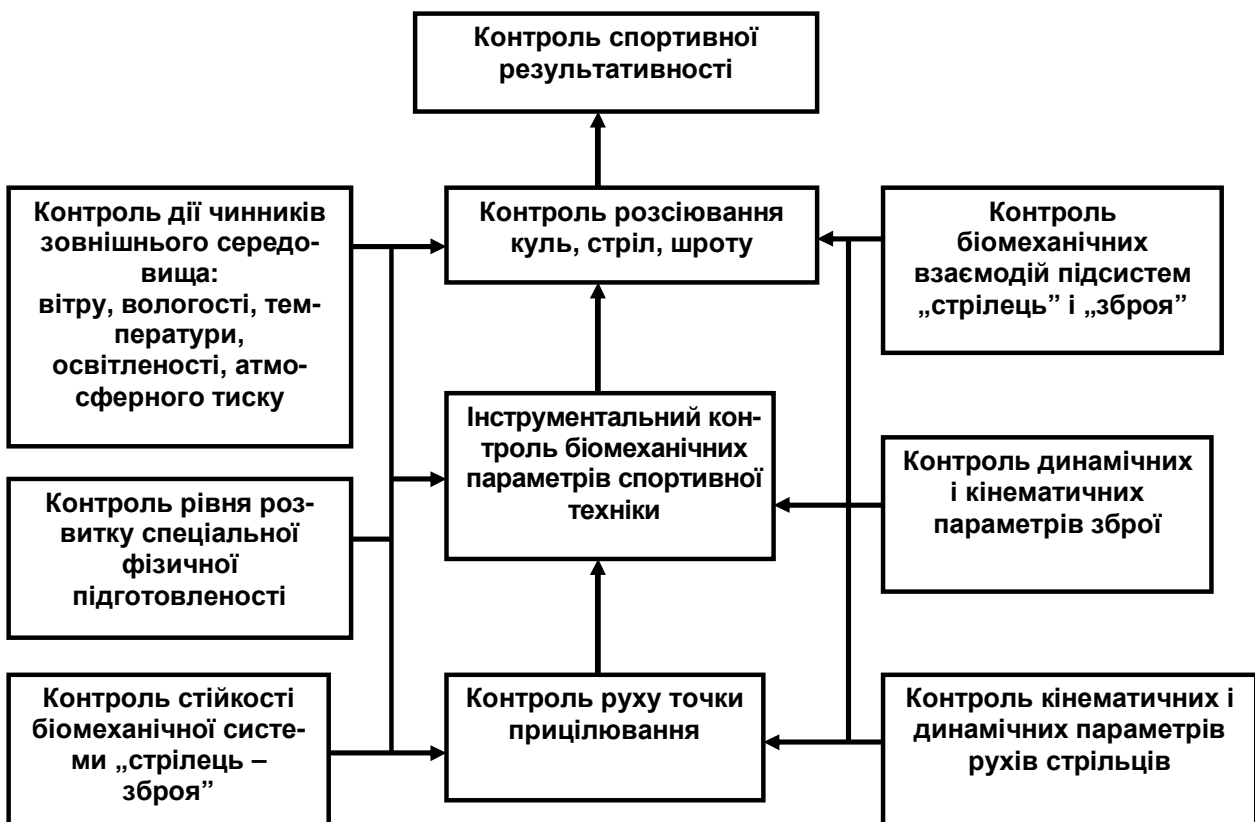
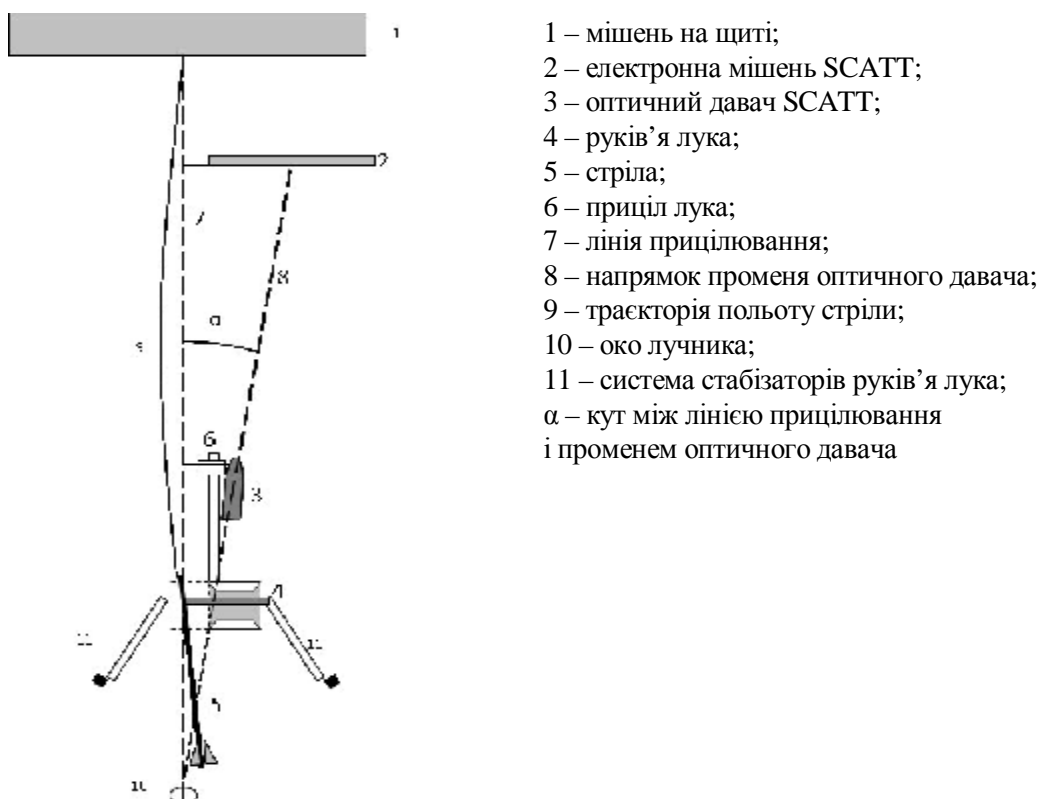


Рис.2. Схема контролю комплексної біомеханічної системи стрілецького спорту

Найпоширенішими ефективними засобами інструментального контролю кінематичних параметрів мікрорухів і руху точки прицілювання є оптико-електронні комплекси типу SCATT і Noptel. Застосування вказаних комп'ютерних пристроїв дозволяє кількісно оцінювати переміщення точки прицілювання в процесі утримання зброї, прицілювання, власне пострілу та переміщення точки після пострілу. Важливо зафіксувати та проаналізувати зворотній часовий ряд координат точки прицілювання до моменту пострілу. Адже ефективність дій стрільця визначається особливостями зміни кута прицілювання, а також місцезнаходженням точки прицілювання. Ці характеристики безпосередньо залежать від коливання ланок тіла стрільця і його зброї в завершальному періоді пострілу.

Специфіка видів стрілецького спорту обмежує варіанти застосування оптико-електронних пристроїв типу SCATT або Noptel [2, 7]. Тому фахівці Львівського державного університету фізичної культури модернізували схему закріплення оптичного давача оптико-електронного комплексу SCATT на планці виносного прицілу лука (рис.3). Особливостями такої практичної реалізації є можливість виконання «змагальної вправи» з одночасною фіксацією часо-просторових параметрів мікрорухів лучників. Такий підхід суттєво підвищує валідність тестів з визначення зазначених кінематичних параметрів, дозволяє з'ясувати ступінь групових та індивідуальних взаємовпливів на точність влучення, якість налаштування спортивної зброї, окреслити діапазон систематичних і випадкових похибок.

Для автоматизації визначення кінематичних показників мікрорухів стрільців ми розробили комп'ютерну програму «Стріла-1», яка дозволяє використовувати сенсорне введення результатів влучення стріл у мішень з одночасним переведенням їх із кутової в декартову систему координат. Така функція дозволяє здійснювати аналіз форми геометричних фігур полів розсіювання стріл у лучників високої кваліфікації для діагностики випадкових і систематичних похибок. Параметри фігур поля й різновидів форм розсіювання демонструють спортсменів чи тренерів наявність конкретних систематичних і випадкових похибок за певний часовий період.



- 1 – мішень на щиті;
- 2 – електронна мішень SCATT;
- 3 – оптичний давач SCATT;
- 4 – руків'я лука;
- 5 – стріла;
- 6 – приціл лука;
- 7 – лінія прицілювання;
- 8 – напрямок променя оптичного давача;
- 9 – траєкторія польоту стріли;
- 10 – око лучника;
- 11 – система стабізаторів руків'я лука;
- α – кут між лінією прицілювання і променем оптичного давача

Рис. 3. Модернізована схема розташування (вигляд зверху) оптичного давача оптико-електронного комплексу SCATT на руків'я лука

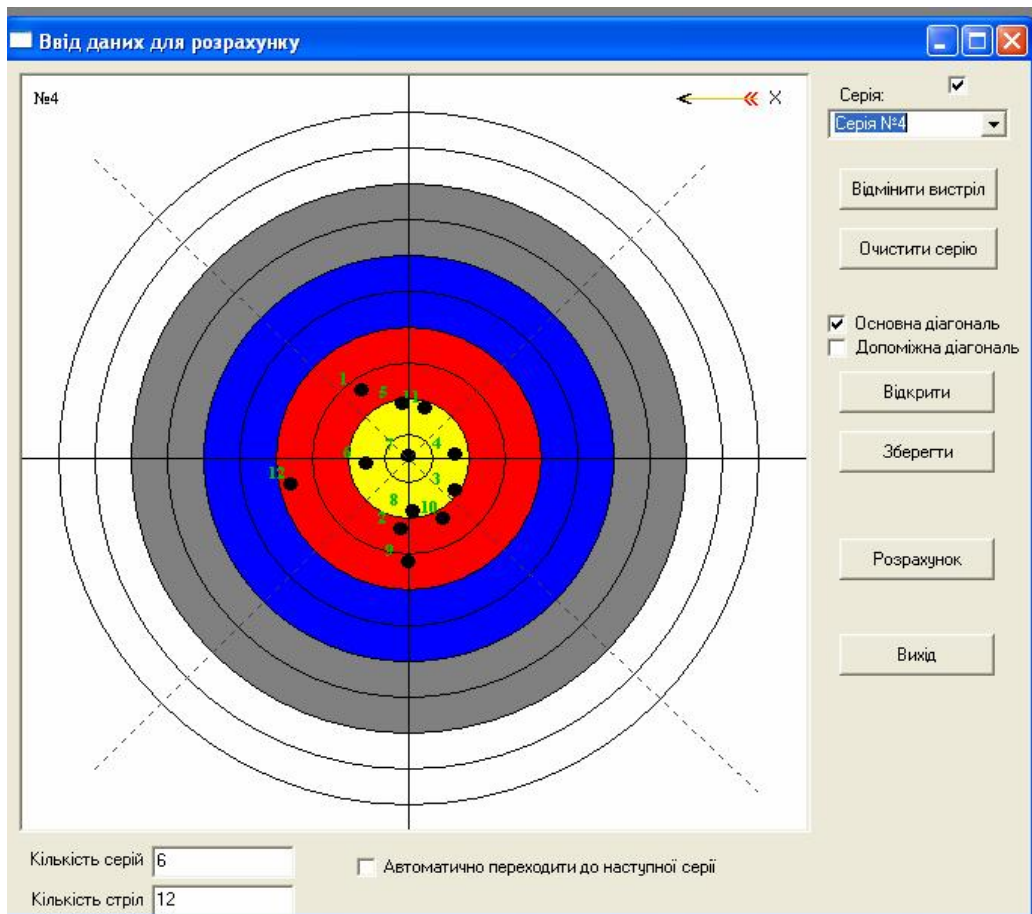


Рис. 4. Зовнішній інтерфейс комп'ютерної програми вводу й аналізу полів розсіювання точок влучень

Особливу увагу науковці звертають на контроль за динамічними і кінематичними параметрами зброї. Характерними прикладами є створені при університетах та виробничих фірмах високотехнологічні стаціонарні науково-вимірювальні лабораторії. Типовим прикладом є науково-експериментальна діяльність стаціонарних лабораторій фірм EASTON і HOYT, що спеціалізуються на виготовленні високоякісного обладнання для стрільби з лука. За допомогою автоматичного відстрілювального станка тестуються луки та стріли. Відбирається близький до оптимальних параметрів комплект стріл. Також фіксуються механічні коливання зброї під час пострілу в повздовжній (фронтальній) площині за допомогою акселерометра.

Ще одним серед добре відомих науково-дослідницьких комплексів, де відбувається контроль за якістю налаштування зброї, є Werner Weiter (Німеччина). Основою контролю є високошвидкісне відеознімання процесу пострілу з лука, а також можливість точної фіксації місцезнаходження стріли на етапі внутрішньої та зовнішньої балістики через 0,0001 с. Такий контроль зброї популярний серед багатьох провідних стрільців Європи і світу.

Дослідження спеціалістів нашого університету мають інше наукове спрямування. Воно стосується фіксації енергетичного компонента під час виконання пострілу з лука. Відомо, що в основі пострілу лежить керований процес передавання потенціальної (накопиченої) енергії до кулі, стріли тощо. Для вимірювання залишкової потенціальної енергії лука, що не перейшла в кінетичну енергію стріли, використано трикомпонентний акселерометричний комплекс.

Частинами його є: 1) акселерометричний модуль із взаємоперпендикулярно розміщеними 3-ма датчиками, 2) інтерфейсний модуль із програмованим мікроконтролем, підсилювачем, живленням та оптично-електронною розв'язкою, 3) ПК із відповідним програмним забезпеченням для аналізу даних.

У результаті застосування цього комплексу можна отримувати триосьові акселерограми центра мас руків'я лука під час виконання пострілу (рис.5). Установлено, що акселерографіч-

ні криві нагадують лінії, що описують згасальні коливання з наявністю шумів, що можуть бути подані у вигляді суперпозиції вузькосмугових процесів. Параметри акселерограм можуть частково характеризувати два взаємозалежні періоди пострілу: внутрішньої та зовнішньої балістики.

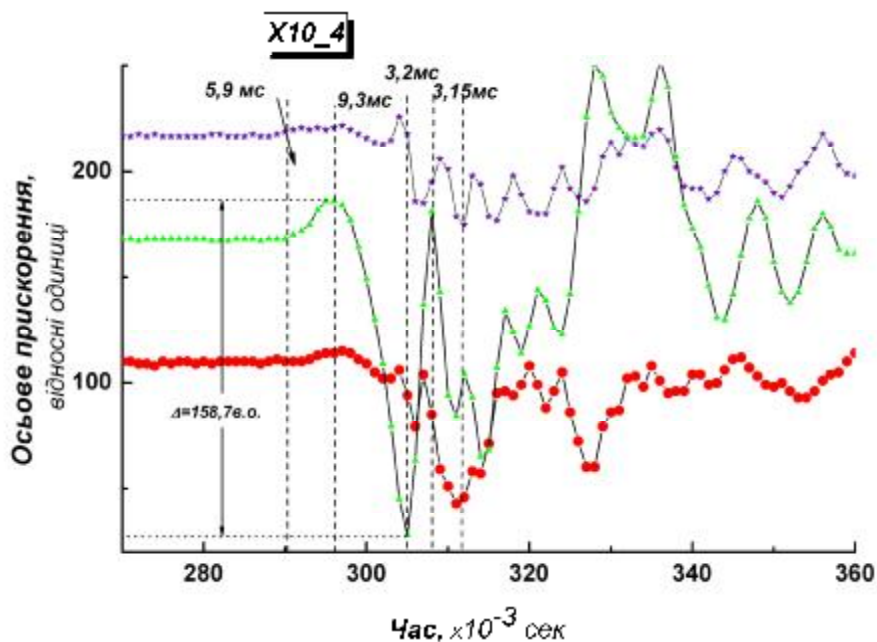


Рис. 5. Фази акселерограм періоду внутрішньої балістики:

- * – вертикальне прискорення;
- ▲ – повздожне прискорення;
- ● – поперечне прискорення.

До уваги бралися максимальні та мінімальні значення (амплітуда) трьох компонентів вектора прискорення при перетворенні потенціальної енергії пружних елементів лука в кінетичну енергію стріли; частотні характеристики на різних часових проміжках збудження та згасання акселерометричних коливань; тривалість періодичних коливань визначеної амплітуди.

На основі використання акселерометричного комплексу можна досліджувати різні аспекти спортивної технічної майстерності, зокрема: змінні параметри елементів техніки виконання змагальної вправи (тип затиску руків'я лука, варіант захоплення тятиви та її звільнення); конфігурацію системи стабілізаторів лука (розподілена маса системи, кути з'єднання ланок системи, розподілена жорсткість); характеристики тятиви (пружність, матеріал, кількість ниток); різницю в синхронності передавання плечима лука імпульсу сили стріли.

З практичної та наукової точок зору ми порівняли кілька альтернативних методів дослідження короткотривалого періоду внутрішньої балістики. Японським вченим вдалося зафіксувати переміщення стріли за допомогою стробоскопії, німецьким спеціалістам – за допомогою високошвидкісної камери, нам – із використанням акселерометричного комплексу. Експериментальні дані також порівнювалися з теоретичною математичною моделлю математиків, зокрема Б. Кої, Р. Пекальські та І. Заневського [1, 13, 18]. Виявлено високий ступінь подібності отриманих практичних і експериментальних даних.

Важливим критерієм спортивної майстерності стрільців є збереження стійкості ЗЦМ (загальний центр маси) біомеханічної системи «стрілець – зброя». Існує значна кількість стабілографічних комплексів, у які інтегровані й інші вимірювальні контури, зокрема контролю певних функціональних показників (Kistler, Німеччина; Ariel, США; Delos Postural System чи BTS F-SCAN, Італія) [13, 15, 17]. На наш погляд, найінформативнішими є дані, зафіксовані за допомогою парних тензоплатформ, зокрема фірми Pedana Lizard. Вона дозволяє фіксувати не

лише ЗЦМ системи, але й розподіл сил тиску тіла спортсмена на кожну стопу у трьох зонах (передній, боковій та задній).

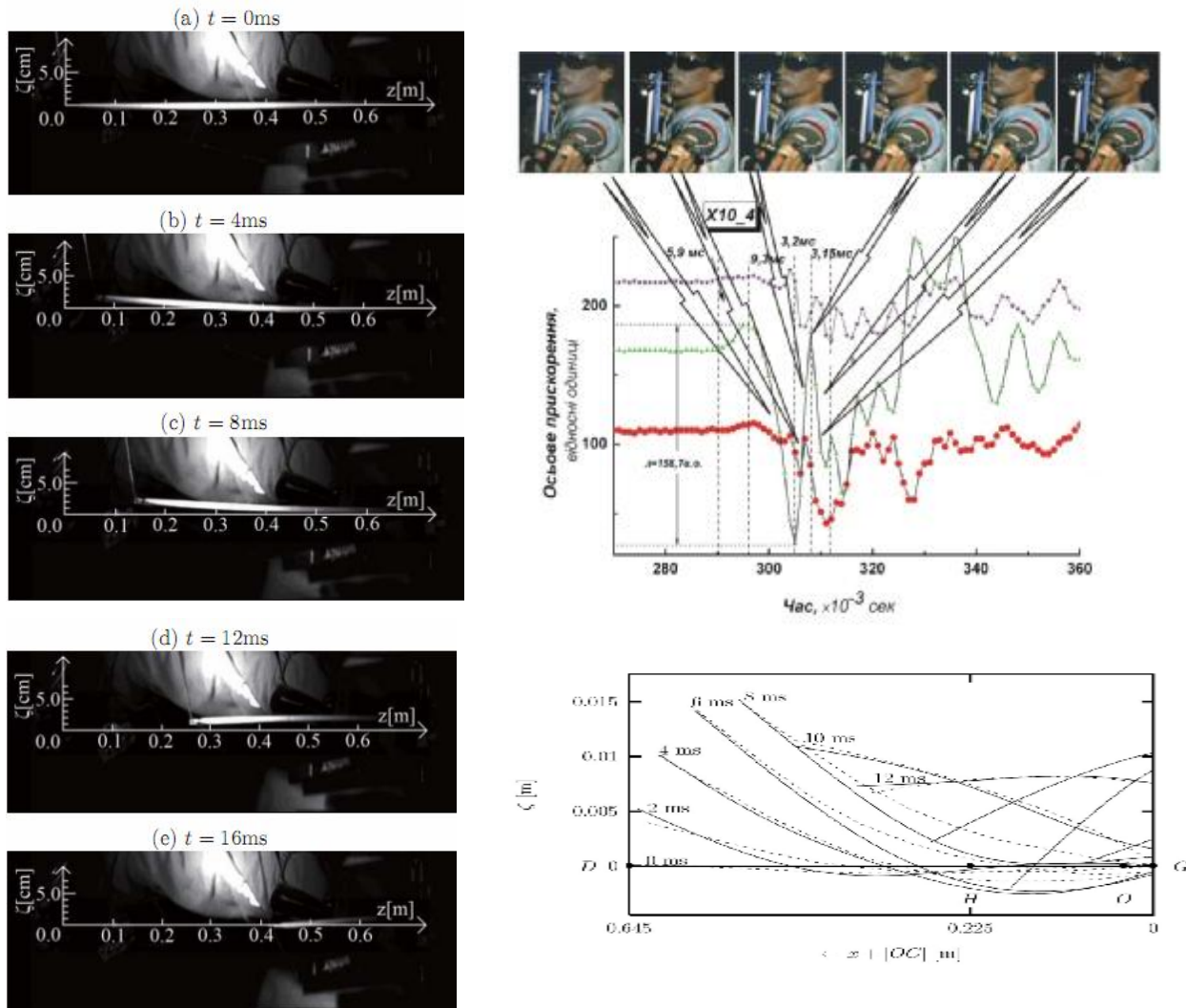


Рис. 6. Порівняння різних методів дослідження:

стробоскопії (зображено зліва), швидкісного відеознімання (зображено справа зверху) та результатів математичного комп'ютерного моделювання (зображено справа внизу) процесів внутрішньої балістики в лучному спорті

До найдоступніших методів контролю макрорухів комплексних біомеханічних систем стрілецького спорту належить комп'ютерний відеоаналіз кінематичних параметрів рухів спортсмена та зброї. Існує багато спеціалізованих і неспеціалізованих комп'ютерних програм опрацювання відеозображень розроблених різними світовими виробниками (TakeI, Японія; Vicon, Англія; Peak Performance Technologies, США) [14]. Аналіз виявив, що кожна з них має специфічні особливості, проте алгоритм і вимоги до підготовки знятого матеріалу є практичного однаковими.

Якісний і кількісний аналіз кінематичних параметрів виконання змагальної вправи можливий навіть при використанні побутової відеокамери, але за умов:

- збереження стійкості камери;
- дотримання необхідного крупного плану знімання;
- коректного оцифрування зображення (при необхідності);
- правильної фіксації контрольних точок на зображенні;
- коректного накладання зображень із часового ряду,
- подання даних у формі таблиць.

Одним із найсучасніших комп'ютерних комплексів контролю спортивної майстерності стрільців-кульовиків і стендовиків є шведська розробка СТ-2 [15]. Вона базується на використанні аудіо-візуального моделювання змагальних умов, умов навколишнього середовища під час виконання стрільби по мішенях, що можуть рухатися у площині або у просторі.

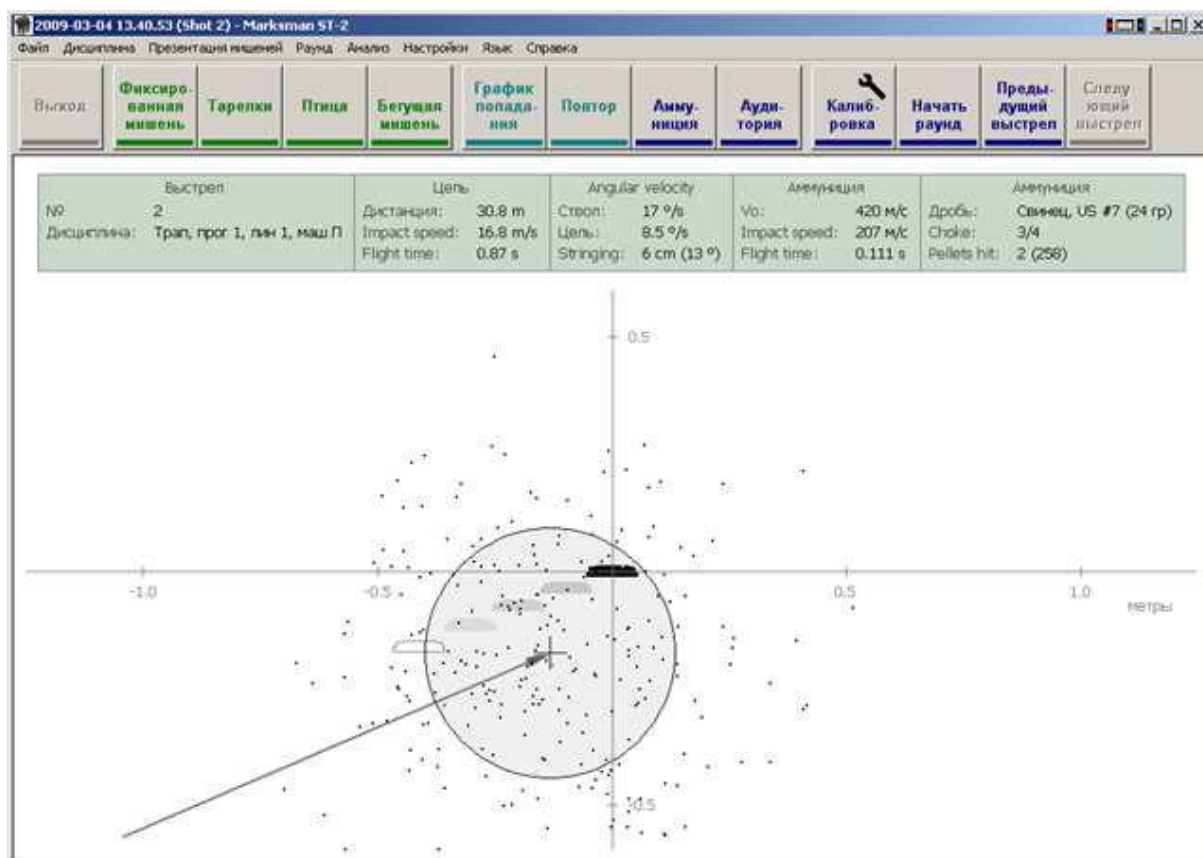


Рис. 7. Інтерфейс комп'ютерної програми СТ-2 для моделювання умов при виконанні спортивних вправ у стрільбі стендовій

Особливості комп'ютерного комплексу такі:

- можливість використання комп'ютерного пристрою в умовах закритого приміщення;
- широкий вибір фізичних моделей зброї: гвинтівок, карабінів;
- реалістична анімація, що полягає в імітації потрапляння в мішень (тарілки), мішені, які рухаються, макети звірів і птахів);
- можливість використання пристрою СТ-2 як тренажера для проведення тренувань зі спортсменами різної спортивної кваліфікації;
- можливість задавати швидкість і траєкторію польоту чи переміщень різноманітних мішеней;
- комплексне оцінювання рухових дій стрільців на основі аналізу більшості чинників впливу – типу патрона, характеристики зброї, траєкторії і швидкості польоту мішені;
- доступний інтерфейс на основі програмної оболонки Windows.

Для розуміння внутрішньої структури виконання пострілу доцільно використовувати електроміографічні дослідження. Зокрема, важливо зафіксувати і проаналізувати типові схеми активізації волокон м'язів, на які припадає основне навантаження під час виконання змагальної вправи. Як приклад – детальні дослідження електричної активності волокон верхніх, середніх і нижніх пучків правого трапецієподібного м'яза в лучників найвищої спортивної кваліфікації Європи та Південної Кореї виявили суттєву різницю в їх активності [14, 15]. Встановлено значно більшу електричну активність верхніх і середніх волокон трапецієподібного м'яза та меншу в нижніх волокнах цього м'яза в південнокорейських лучників.

Велика кількість зафіксованих біомеханічних показників потребує їх сумісного аналізу. Для цього доцільно застосовувати відповідне комп'ютерне програмне забезпечення. Зокрема, одним із можливих варіантів є використання комп'ютерної програми APAS [16]. Вона допомагає синхронізувати численні цифрові дані, що характеризують різноманітні боки біомеханічного руху (біофізичні характеристики), різного масштабу й одиниць вимірювання. Синхронізація даних дозволяє кількісно та якісно зіставляти різноманітні процеси, які відбуваються під час виконання змагальної справи.

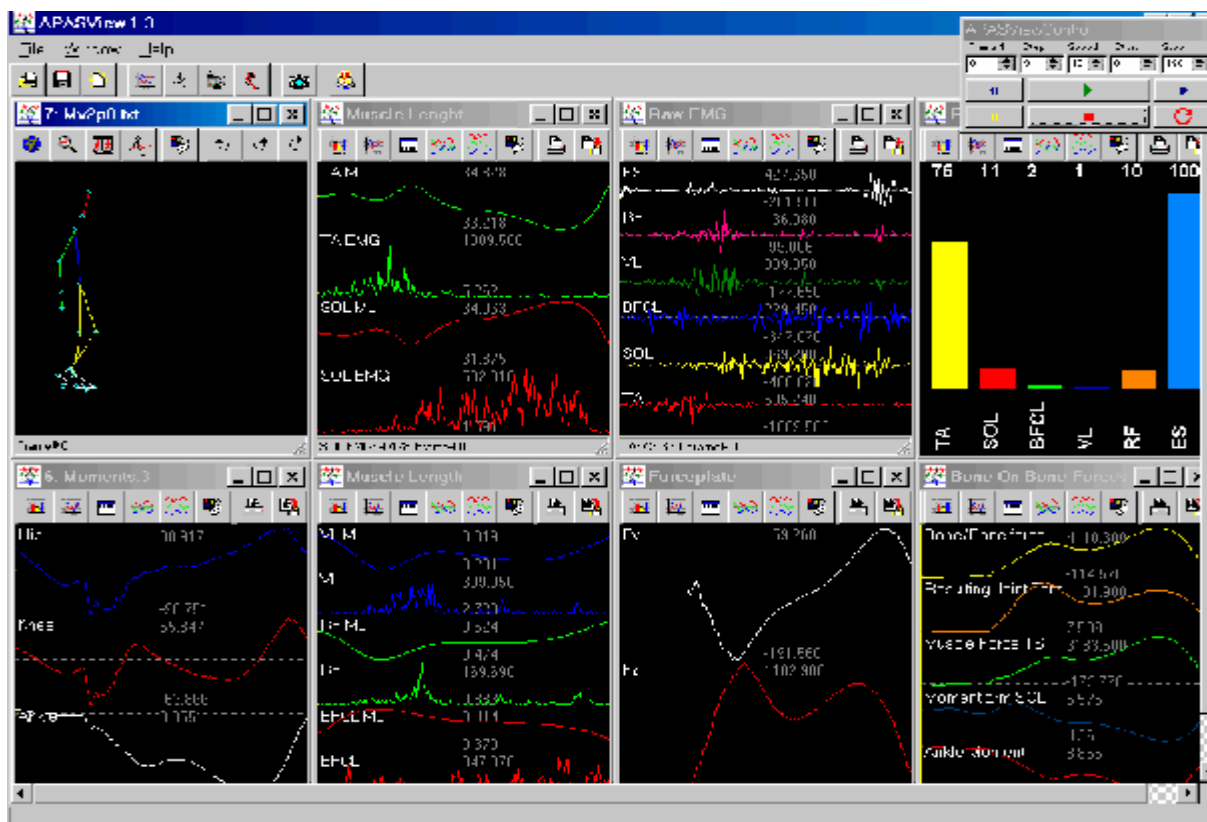


Рис. 8. Узгодження кількісних даних, отриманих за допомогою різних інструментальних методик (програмний комплекс APAS, США)

Слід виділити окремі тенденції розвитку інструментального контролю комплексних систем стрілецького спорту. Так, спеціалісти ЛДУФК розробляють інструментальний комплекс для дистанційної акселерометрії коливальних процесів. Такий комплекс дозволить дистанційно контролювати протікання процесів передавання механічної енергії під час пострілу одночасно в кількох спортсменів. Також стане можливим внесення оперативних коректив у згаданий процес. Комплекс дистанційної акселерометрії будуватиметься на основі програмованого мікроконтролера фірми Freescale з можливістю передавання оцифрованих даних від передавача до приймача, під'єданого до комп'ютерного порту USB (рис.9).

Також важливого значення набуває збереження та оперативне передавання великого обсягу даних на значні відстані. У нагоді стають мобільні засоби комунікації з можливістю потокового передавання інформації з використанням сучасних провідних і безпроводних телекомунікаційних можливостей, а саме: створення локальних мереж на основі бездротових технологій WiFi, Bluetooth.

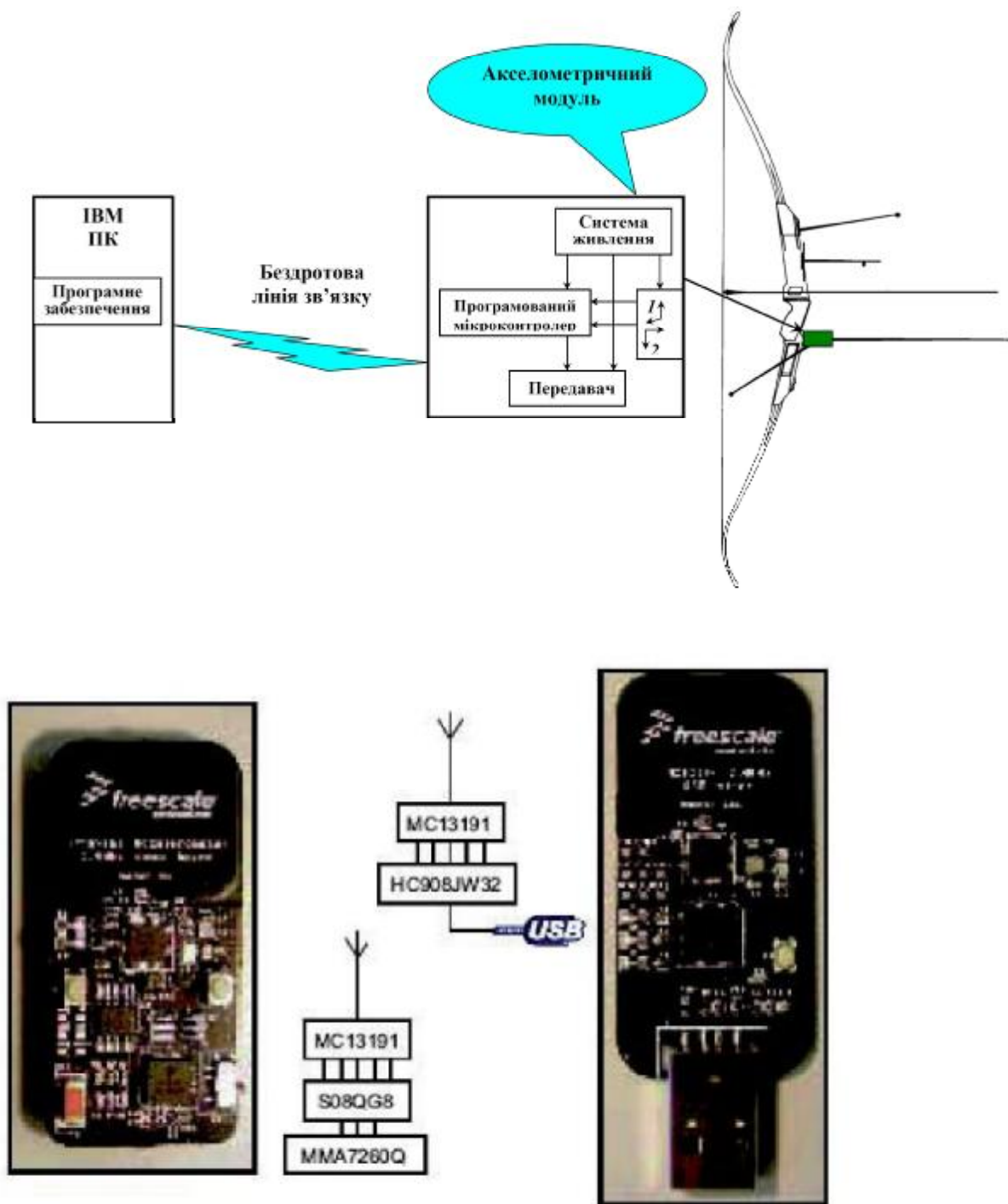


Рис. 9. Технічні засоби дистанційної акселометрії коливальних процесів у стрільцькому спорті

Висновок. У результаті дослідження виявлено тенденції розвитку інструментального контролю комплексних біомеханічних систем стрільцького спорту, що виражаються в ускладненні апаратного забезпечення, використанні непрямих і опосередкованих методів вимірювання, застосування методів і вимірювальних приладів, характерних для інших наукових напрямів, системного й інтегрального використання приладів і комп'ютерних програм опрацювання значного обсягу даних, дистанційного обміну необхідної інформації, органічного використання засобів контролю та моделювання складних систем стрільцького спорту.

Під час порівняння наукових підходів встановлено кілька наукових шкіл, які вирішують питання інструментального контролю у стрілецькому спорті. В одній перевага надається дослідження кінематичних параметрів на основі використання відеоданих, у другій акцент ставлять на з'ясуванні внутрішньої структури рухового акту, у третій вивчають енергетичні аспекти виконання пострілу.

Запропоновано структурну схему контролю комплексних біомеханічних систем стрілецького спорту, модулями якої є блоки контролю: 1) кінематичних і динамічних параметрів макрорухів лучника; 2) стійкості біомеханічної системи „лучник – зброя”; 3) переміщення точки прицілювання; 4) динамічних і кінематичних параметрів зброї; 5) біомеханічної взаємодії підсистем „лучник” і „лук”; 6) вплив чинників зовнішнього середовища (вітру, вологості, температури, освітленості, атмосферного тиску; 7) параметрів розсіювання стріл у мішені та кінцевого спортивного результату.

Системність застосування інструментальних засобів контролю становить інформаційну основу управління комплексними і біомеханічними системами у стрілецькому спорті. Відповідність засобів контролю структурі управління є необхідною умовою ефективності функціонування комплексної біомеханічної системи.

Список література

1. *Заневский И.* Математическое и компьютерное моделирование системы спортсмен – лук – стрела / Игорь Заневский // Наука в олимпийском спорте. – 2005. – N 2. – С. 128–136.
2. *Иванов В. В.* Комплексный контроль в подготовке спортсменов. – М. : Физкультура и спорт. – 1987. – 256 с.
3. *Калиніченко О. М.* Формування структури руховий дій стрільців з лука з використанням технічних засобів навчання : автореф. дис...канд. пед. наук. – К., 1995. – 24с.
4. *Лапутин А. Н.* Технические средства обучения / Лапутин А. Н., Уткин В. Л. – М. : Физкультура и спорт. – 1990. – 80 с.
5. *Мамиконов А. Г.* Управление и информация. – М. : Наука, 1995. – 184 с.
6. Моделирование спортивной техники и видеоконтроль в технической подготовке спортсменов высшей квалификации / Лапутин А. Н., Архипов А. А., Лайуни Р. [и др.] // Наука в олимпийском спорте. – 1999. – Специальный выпуск. – С. 102–109.
7. *Пятков В. Т.* Теорія і методика стрілецького спорту. – Л. : Інтеллект-Захід, 1999. – 288 с.
8. *Ровний А. С.* Формування системи сенсорного контролю точнісних рухів спортсменів : автореф. дис. ... д-ра наук з фіз. виховання і спорту. – К., 2001. – 40 с.
9. *Тарасова Л. В.* Комплексная оценка общей и специальной подготовленности высококвалифицированных стрелков из лука = Complex Estimation of General and Special Preparedness of Elite Archers / Л. В. Тарасова, А. Н. Корженевский // Теория и практика физ. культуры : тренер : журнал в журнале. – 2006. – N 3. – С. 32–36.
10. *Тарасова Л. В.* Повышение результативности в стрельбе из лука на основе оптимизации характеристик выстрела / Л. В. Тарасова, Ю. А. Ипполитов, А. А. Новиков // Теория и практика физ. культуры. – 2006. – N 4. – С. 31.
11. *Тарасова Л. В.* Факторы устойчивости системы "стрелок – оружие" в тренировке высококвалифицированных стрелков / Л. В. Тарасова // Вестник спортивной науки. – 2009. – N 3. – С. 25–27.
12. *Хмельницька І. В.* Біомеханічний відеоконтрольний аналіз спортивних рухів : метод. посібн. – К. : Наук. світ, 2000. – 56 с.
13. *Augulo R. V.* Comparison of Film and Video Techniques for Estimating Three – Dimensional Coordinates Within a Lange Field / Augulo R. V., Dapena J. // International Journal of Sport Biomechanics. – 1992.– №2.– P.145 – 151.
14. <http://www.biomera.ru/about/actions/t41/e201/>
15. <http://www.marksman.se/>

16. <http://www.sportsci.com/start/apas/>
17. *Edelmann-Nusser J.* Ontarget trajectories and the final pull in archery / Edelmann-Nusser J., Heller M., Hofmann M. & Ganter N. // *European journal of sport science.* – 2006. – №6. – P. 213-222.
18. *Lee J. H.* A Structural Equation Modeling for Factors Influencing Attendance at Professional Sports Events / J. H. Lee // *International Journal Appl. Sports Sc.* – 15. – № 2. – 2003. – P. 28–39.

List of references

1. *Zanevskij I.* Matematicheskoe i komp'juternoe modelirovanie sistemy sportsmen – luk – strela / Igor' Zanevskij // *Nauka v olimpijskom sporte.* – 2005. – N 2. – S. 128–136. (Rus.)
2. *Ivanov V. V.* Kompleksnyj kontrol' v podgotovke sportsmenov. – M. : Fizkul'tura i sport. – 1987. – 256 s. (Rus.)
3. *Kalynichenko O. M.* Formuvannya struktury rukhovyy diy stril'tsiv z luka z vykorystanniam tekhnichnykh zasobiv navchannya : avtoref. dys...kand. ped. nauk. – K., 1995. – 24 s. (Ukr.)
4. *Laputin A. N.* Tehnicheskie sredstva obuchenija / Laputin A. N., Utkin V. L. – M. : Fizkul'tura i sport. – 1990. – 80 s. (Rus.)
5. *Mamikonov A. G.* Upravlenie i informacija. – M. : Nauka, 1995. – 184 s. (Rus.)
6. Modelirovanie sportivnoj tehniki i videokomp'juternyj kontrol' v tehnichej podgotovke sportsmenov vysshej kvalifikacii / Laputin A. N., Arhipov A. A., Lajuni R. [i dr.] // *Nauka v olimpijskom sporte.* – 1999. – Special'nyj vypusk. – S. 102–109. (Rus.)
7. *Pyatkov V. T.* Teoriya i metodyka strilets'koho sportu. – L. : Intel'ekt-Zakhid, 1999. – 288 s. (Ukr.)
8. *Rovnyy A. S.* Formuvannya systemy sensoroho kontrolyu tochnisnykh rukhiv sportsmeniv : avtoref. dys. ... d-ra nauk z fiz. vykhovannya i sportu. – K., 2001. – 40 s. (Ukr.)
9. *Tarasova L. V.* Kompleksnaja ocenka obshchej i special'noj podgotovlennosti vysokokvalificirovannyh strelkov iz luka = Complex Estimation of General and Special Preparedness of Elite Archers / L. V. Tarasova, A. N. Korzhenevskij // *Teoriya i praktika fiz. kul'tury : trener : zhurnal v zhurnale.* – 2006. – N 3. – S. 32–36. (Rus.)
10. *Tarasova L. V.* Povyshenie rezul'tativnosti v strel'be iz luka na osnove optimizacii harakteristik vystrela / L. V. Tarasova, Ju. A. Ippolitov, A. A. Novikov // *Teoriya i praktika fiz. kul'tury.* – 2006. – N 4. – S. 31. (Rus.)
11. *Tarasova L. V.* Faktory ustojchivosti sistemy "strelok – oruzhie" v trenirovke vysokokvalificirovannyh strelkov / L. V. Tarasova // *Vestnik sportivnoj nauki.* – 2009. – N 3. – S. 25–27. (Rus.)
12. *Khmel'nyts'ka I. V.* Biomekhanichnyy videokomp'juternyy analiz sportyvnykh rukhiv : metod. posibn. – K. : Nauk. svit, 2000. – 56 s. (Ukr.)

ОБОСНОВАНИЕ И ПРАКТИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО КОНТРОЛЯ КОМПЛЕКСНЫХ БИОМЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ В СТРЕЛКОВОМ СПОРТЕ

Богдан ВИНОГРАДСКИЙ

*Львовский государственный университет
физической культуры*

Аннотация. В статье представлено теоретическое обоснование и практика применения современных инструментальных комплексов в стрелковом спорте. Проанализированы и подчеркнуты преимущества и недостатки существующего инструментария. Предложены соб-

ственные подходы к проведению биомеханического контроля и анализа спортивной деятельности стрелков высокой квалификации. Разработано структурную схему контроля комплексных биомеханических систем стрелкового спорта. Установлено, что системность применения, а также соответствие средств контроля структуре управления являются необходимыми условиями эффективности функционирования комплексной биомеханической системы стрелкового спорта.

Ключевые слова: система контроля, биомеханический анализ, стрелковый спорт.

**SUBSTANTIATION AND PRACTICAL REALIZATION
OF INSTRUMENTAL CONTROL
OF COMPLEX BIOMECHANICAL SYSTEM
IN SHOOTING**

Bogdan VYNOGRADSKYI

Lviv State University of Physical Culture

Annotation. The article provides the theoretical foundation and practice of modern instrumental complexes in shooting. The advantages and disadvantages of existing tools were analyzed and compared. The author's own approach for the control and biomechanical analysis of sports shooters skill was suggested. The block diagram of the control of complex biomechanical systems in shooting was determined. The systematic application and compliance controls of management structure are necessary conditions in functioning of complex biomechanical systems in shooting sport.

Key words: control system, biomechanical analysis, shooting.

Стаття надійшла до редколегії 25. 03. 2011.