

# Олімпійський і професійний спорт

УДК 796.431.1

*Рустам Ахметов,  
Віктор Шаверський*

## **Перспективні підходи до вдосконалення техніки рухових дій спортсменів**

*Житомирський державний університет імені Івана Франка (м. Житомир)*

**Постановка наукової проблеми та її значення.** У наш час технічна підготовка спортсменів виступає стрижневим системоутворювальним елементом у багатогранній структурі процесу спортивного тренування. Одним із головних питань, що визначає стратегію всього процесу технічної підготовки, є вдосконалення спортивної техніки.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій із цієї проблеми.** На сьогодні накопичений великий теоретичний матеріал та експериментальний досвід, що дає змогу ефективно управляти процесом удосконалення технічної майстерності спортсменів [1; 2; 5; 6; 8]. Головна спрямованість цього процесу – навчити спортсмена ідеальної спортивної техніки, що допоможе повною мірою реалізувати його руховий потенціал і домагатися високих результатів у спорті. Розв’язання проблем, пов’язаних із розробкою програм удосконалення технічної майстерності, можливе лише в результаті всебічного, комплексного вивчення спортивної техніки крізь призму прикладного використання сучасних комп’ютерних засобів і методів дослідження [1; 3; 4; 6; 7; 8].

Характерне для сучасної спортивної науки широке впровадження сучасних комп’ютерних технологій здійснюється за багатьма напрямками, серед яких можна виділити два: перший – використання інструментальних систем для вимірювання та обробки інформації про характеристики рухів [3] і другий – створення моделей, що відображають суттєві елементи рухів спортсмена [1; 4; 6; 7; 8].

Робота виконана за планом НДР Житомирського державного університету імені Івана Франка.

**Завдання** дослідження – проаналізувати сучасні підходи до розв’язання проблеми вдосконалення спортивної техніки.

**Матеріал** дослідження. Статтю підготовлено за аналізом 67 літературних джерел та інформації, що представлена 17 веб-сайтами мережі Інтернет.

**Виклад основного матеріалу й обґрунтування отриманих результатів дослідження.** Серед безконтактних методів контролю за рухами спортсмена найбільш популярним став біомеханічний аналіз на основі фото-, кіно- та відеозйомки. Біомеханічні характеристики допомагають розібратися в складних механізмах формування рухів і, отже, знайти способи оволодіння ними, їх удосконалення й виправлення можливих помилок. У сучасних дослідженнях для аналізу спортивної техніки використовують відеокomp’ютерну техніку. На сьогодні високоточний кількісний біомеханічний аналіз рухових дій людини здійснюється за допомогою різноманітних відеоаналізуючих систем, до яких належать як стандартні цифрові відеокамери, так і спеціалізовані високошвидкісні відеокамери.

Наприклад, робота автоматизованої оптико-електронної системи Qualisys (Швеція) ґрунтується на реєстрації сигналів від розміщених на тілі спортсмена рефлексивних маркерів (<http://www.qualisys.se>). Система аналізу руху Qualisys, яка має імпульсну частоту до 1000 Гц (кадрів за секунду), поєднує відеопристрої, тензоплатформи, електроміографи тощо, забезпечуючи синхронізацію даних. Обчислюються кількісні біомеханічні характеристики – кінематичні та динамічні, – а також оцінюється постава й показники рівноваги спортсмена. Для передачі безконтактного стартового імпульсу в системі використовується зовнішній оптичний датчик, який складається з інфрачервоного передавача й відбивача. Максимальна відстань між датчиком і відбивачем – 3 м. Число аналогових каналів, дані від яких реєструє система – від 16 до 64.

У разі застосування автоматизованих систем відеокomp'ютерного аналізу на змаганнях, де використання маркерів неможливе, координати точок розпізнаються за допомогою програмного забезпечення. Це так звані інтелектуальні системи (Vicon, Великобританія (<http://www.vicon.com>); Zenit-2000, Росія [7]), у яких координати точок відстежуються за допомогою розв'язання задачі штучного інтелекту – розпізнавання образів. Зокрема, інтелектуальну інформаційно-тренажерну систему Zenit-2000 розроблено для тактичної підготовки хокеїстів безпосередньо в тренувальному процесі або матчі. Це телевізійна безконтактна система з комп'ютерною обробкою динамічних параметрів рухомих об'єктів. Система складається з відеоконтрольного пристрою, сполученого з комп'ютером, на якому встановлено спеціальне програмне забезпечення, що дає змогу розпізнавати окремих гравців та отримувати оцінку їхніх техніко-тактичних дій.

Автоматизована система апаратно-комп'ютерного комплексу експрес-аналізу біомеханічних характеристик важкоатлетичних вправ Weightlifting analyzer 3.0 (Німеччина, <http://eshop.netclusive.de>) працює на основі розпізнавання траєкторії руху штанги.

Цей комплекс дає змогу відразу ж після відеозапису рухових дій спортсмена отримати на ПК графічні й числові характеристики структури руху системи “спортсмен-штанга”: часові та ритмічні характеристики руху; екстремуми динамічних характеристик; імпульси сили в окремих фазах руху; розрахунок похідних показників (градієнтів сили, різних коефіцієнтів); показники виконаної роботи, потужності; відображення в графічній формі залежності сили, швидкості, траєкторії від часу та інше.

Особливо вагомою є можливість із допомогою апаратного комплексу терміново аналізувати показники техніки піднімання штанги й порівнювати їх із показниками техніки раніше виконаної вправи, що занесені в базу даних.

За технічними особливостями програмного забезпечення системи відеокomp'ютерного аналізу поділяються на системи, у яких передбачено отримання кількісних параметрів рухової дії, та системи, у яких проводиться візуальний аналіз відеокліпів: накладення кадрів (наприклад програмне забезпечення Dartfish, <http://www.dartfish.com>). Як правило, системи, що мають можливість проведення кількісного біомеханічного аналізу, працюють не зі стандартним, а зі спеціалізованим відеостаткуванням. Деякі системи, наприклад Simi (Німеччина, <http://www.simi.com>), поєднують функції як кількісного біомеханічного аналізу, так і якісного візуального аналізу.

Сьогодні в практиці спорту застосовуються системи, що дають змогу визначити параметри стартової реакції, прояву зусиль, часу пробігання окремих ділянок і дистанції в цілому. Такі системи, як правило, складаються з вимірювача часових інтервалів, тензоколодок і фотодатчиків. Фірмою “Microgate” (Італія) розроблено оптоелектронну систему OptoJump (<http://www.optojump.com>) для вимірювання кінематичних характеристик різних локомоцій у реальному часі з точністю до 1/1000 с:

- довжини проекції ступні та її положення на доріжці;
- часу фаз польоту й опори в бігу;
- миттєвої та середньої швидкості;
- прискорення;
- загального часу виконання вправи.

Разом з апаратурою системи OptoJump існують програми, які забезпечують отримання таких даних: часових характеристик, зокрема для контролю результатів бігу по кожному колу; окремих стартів; повністю автоматичного контролю за часовими характеристиками програми тренування.

Засобами практичного розв'язання завдань вдосконалення технічної майстерності спортсменів є змагальні вправи, тренувальні форми змагальних вправ, спеціально-підготовчі й допоміжні вправи, різноманітні тренажерні пристосування [5]. Особливе значення мають технічні засоби, які сприяють виконанню завдань технічної підготовки спортсмена:

Наприклад, стабілографічний комплекс Delos Postural System (DPS, Італія, <http://www.delos-international.com>) призначений для контролю статичного та динамічного положення тіла спортсмена. Він складається з 3-х модульних блоків: вертикального керуючого пристрою, тренажера з утримання положення тіла й платформи рівноваги. Вертикальний керуючий пристрій записує та візуалізує в реальному часі амплітудно-частотні коливання загального центру мас тіла, тулуба, окремих сегментів тіла в сагітальній і фронтальній площинах. Тренажер з утримання положення тіла призначений для вдосконалення координаційних здібностей спортсмена. Електронна платформа рівноваги з візуальним зворотним зв'язком у реальному часі використовуються для ефективного навчання й оцінювання динамічної стійкості. У навчально-тренувальній діяльності спортсменів комплекс DPS підвищує їхні координаційні здібності та збільшує ефективність силового тренування, а також забезпечує профілактику травм опорно-рухового апарату.

Оскільки в системі управління процесом удосконалення спортивної техніки біомеханічні характеристики рухових дій спортсмена відіграють роль провідних керуючих змінних параметрів, вони фактично слугують важелем, за допомогою якого тренер може управляти фізичною підготовкою, впливати не тільки на виконавчі органи, й на системи, що обслуговують апарат рухів. Розвиток функціональних можливостей організму спортсменів у таких умовах не тільки ефективно стимулюється, але й суворо лімітується проявом тих або інших біомеханічних характеристик рухових завдань у тренувальному процесі.

У процесі технічної підготовки спортсмени навчаються не механічних рухів, а рухових дій, реалізація яких неможлива без активної участі свідомості. Отже, у тренера з'являються додаткові можливості ефективно управляти також сферою психологічної підготовки спортсменів через спрямоване формування певних біомеханічних структур техніки. Це дає змогу в системній єдності поєднувати традиційно відособлені фізичну, технічну, психологічну й інші види підготовки. Для цього компанія, "Lafayette Instrument" (США) розробила 16-канальну систему зі зворотним зв'язком DataLab 2000, яка реєструє психофізіологічні параметри спортсмена (<http://www.lafayetteinstrument.com>). Базовий варіант системи DataLab 2000 комплектується програмним забезпеченням, платою аналого-цифрового перетворення, електрокардіографами (із 3, 5 і 12 виходами), електроенцефалографами (із 3 і 10 виходами), електроміографами, датчиками пульсу, часу реакції, ЧСС, кров'яного тиску, вимірювачем кількості розчиненого кисню у фотосинтезі й інших експериментах, температури, гальванічним вимірювачем опору шкіри, кистьовими динамометрами, спірометрією. Система DataLab 2000 реєструє фізіологічні параметри за допомогою електроміографічних електродів (у тому числі для ректальної ЕМГ-проби й вагінальної ЕМГ), датчика температури шкіри, імпульсних плетісмографів пальця та вуха, датчика рефлекторних імпульсів, датчика вдиху / видиху у вигляді пояса, датчика рухливості, мікрофона для запису голосу (під'єднується до звукової карти ПК). Базове програмне забезпечення включає стандартні можливості системи й зворотний зв'язок, а також модулі для визначення психофізіологічних особливостей (тести стресу та толерантності) і модулі для тренування дихання, розслаблення, конфронтаційного тренування (спортсмен спостерігає самонастроювальну реакцію своєї нервової системи в екстремальних умовах, намагаючись контролювати її), нейро-язової реабілітації, ЕМГ-релаксації, покращення циркуляції крові.

Оволодіння ефективними способами виконання змагальних фізичних вправ багато в чому визначає можливість досягнення мети, утіленої в спортивні результати. Отже, одним із найважливіших завдань, яке повинно розв'язуватися в процесі вдосконалення спортивної техніки, орієнтованої на максимальні, рекордні результати є розробкою раціональних варіантів рухових дій для досягнення запланованого спортивного результату, що ґрунтується на створенні біомеханічних моделей [4].

Перш ніж почати практичну роботу з удосконалення техніки, тренер і спортсмен повинні переконатися в тому, що це приведе до поліпшення результативності. Тут важливо знати, що саме змінювати в техніці спортсмена та якою мірою. Модель дає змогу це здійснити, прогножуючи результативність. Потім комп'ютерною програмою обчислюється критерій ефективності змагальної діяльності, який досягається в разі реалізації запланованих змін в біомеханічній структурі техніки.

Фундаментально новий підхід до математичного моделювання в сучасній спортивній науці представляє нейрокомп'ютинг. Нейрокомп'ютинг – це технологія створення систем обробки інформації (наприклад нейронних мереж), які здатні генерувати методи, правила та алгоритми обробки у вигляді адаптивної відповіді в умовах функціонування в конкретному інформаційному середовищі. Такий підхід не вимагає готових алгоритмів і правил обробки – система повинна "вміти" виробляти правила й модифікувати їх у процесі розв'язання конкретних завдань, тобто бути здатною "вчитися". Навчання нейронної мережі засноване на тому, що ми знаємо, яким повинен бути вихідний сигнал. Дані за минулі періоди містять структурні залежності, виявивши які, можна визначити поведінку системи в майбутньому. Порівняно з традиційними методами математичної статистики, нейромережеві технології дають змогу виявляти нелінійні закономірності серед сильно зашумлених неоднорідних даних, забезпечують високу якість рішень як при великій кількості вхідних параметрів, так і при відносно невеликих обсягах розрізаних даних. Найбільш перспективні завдання нейромережевого моделювання в спорті: прогнозування спортивного (рекордного) результату; відбір і селекція (профілювання спортсменів); оцінка можливостей спортсмена; оптимізація параметрів тренувальної програми. Дослідники в спортивній науці за допомогою нейронних мереж сподіваються моделювати вражаючи за своєю ефективністю процеси обробки інформації, що властиві живим істотам. М. П. Шестаков навіть визначив новий прикладний науковий напрям "біокіберогогіку" (спортивно-педагогічну

біомеханіку) [8], який пов'язаний із розробкою математичної теорії навчання людини рухових дій на підґрунті застосування нейронних мереж.

**Висновки.** Установлено, що сучасні дослідження показників спортивної техніки виконуються відеокомп'ютерними аналізаторами рухів спортсмена.

Підтверджено, що засобами практичного розв'язання завдань удосконалення технічної майстерності спортсменів є різноманітні тренажерні пристрої.

Установлено, що для аналізу й моделювання рухових дій у біомеханіці спорту, а також прогнозування способів удосконалення спортивної техніки (на основі контролю як тренувальної, так і змагальної діяльності спортсмена) перспективним є використання нейрокомп'ютерингу.

**Перспективи подальших досліджень** пов'язані з аналізом біомеханічних моделей раціональної техніки рухових дій спортсменів.

#### Список використаної літератури

1. Ахметов Р. Ф. Теоретико-методичні основи управління системою багаторічної підготовки спортсменів швидко-силових видів спорту : автореф. дис. ... на здобуття наук. ступеня д-ра наук з фізичного виховання та спорту / Р. Ф. Ахметов. – К., 2006. – 39 с.
2. Гусаревич О. В. Програмоване управління технічною підготовкою в стрибках у довжину з розбігу / О. В. Гусаревич // Фізична культура, спорт та здоров'я нації, Вінниця, 2011. – С. 104–108.
3. Кашуба В. Современные оптико-электронные методы измерения и анализа двигательных действий спортсменов высокой квалификации. / В. Кашуба, И. Хмельницкая // Наука в олимпийском спорте. – 2005. – № 1. – С. 123–128.
4. Лапутин А. Н. Олимпийскому спорту – высокие технологии / А. Н. Лапутин, В. И. Бобровник – Киев : Знання, 1999. – 164 с.
5. Платонов В. Н. Система подготовки спортсменов в олимпийском спорте / Платонов В. Н. – К. : Олимпийская лит., 2004. – 807 с.
6. Попов Г. И. Биомеханические основы создания предметной среды для формирования и совершенствования движений : дис. ... д-ра пед. наук / Г. И. Попов. – М., 1992. – 626 с.
7. Информационно-тренажерная система “Zenit–2000” / М. В. Шахматов, В. К. Зайцев, И. Д. Тихонов, А. В. Кузьмин – М. : МФТИ, РГУФКСТ, ОАО “Импульс”, 2003. – 70 с.
8. Шестаков М. П. Управление технической подготовкой в легкой атлетике на основе компьютерного моделирования / М. П. Шестаков // Наука в олимпийском спорте. – 2005. – № 2. – С. 187–196.

#### Анотація

*У наш час технічна підготовка спортсменів виступає стержневим системоутворювальним елементом у багатогранній структурі процесу спортивного тренування. Одним із головних питань, що визначає стратегію всього процесу технічної підготовки, є вдосконалення спортивної техніки. Завдання дослідження – проаналізувати сучасні підходи до розв'язання проблеми вдосконалення спортивної техніки. Серед безконтактних методів контролю за рухами спортсменів найбільш популярним став біомеханічний аналіз на основі фото-, кіно- та відеозйомки. Біомеханічні характеристики допомагають розібратися в складних механізмах формування рухів і, отже, знайти способи оволодіння ними, їх удосконалення та виправлення можливих помилок. Установлено, що сучасні дослідження показників спортивної техніки виконуються відеокомп'ютерними аналізаторами рухів спортсменів. Підтверджено, що засобами практичного вирішення вдосконалення технічної майстерності спортсменів є різноманітні тренажерні пристрої. Установлено, що для аналізу й моделювання рухових дій у біомеханіці спорту, а також прогнозування способів удосконалення спортивної техніки перспективним є використання нейрокомп'ютерингу.*

**Ключові слова:** спортивна техніка, відеокомп'ютерний аналіз, біомеханічні характеристики, модель, нейрокомп'ютеринг.

***Рустам Ахметов, Виктор Шаверский. Перспективные подходы к совершенствованию техники двигательных действий спортсменов.*** В наше время техническая подготовка спортсменов выступает стержневым системообразующим элементом в многогранной структуре процесса спортивной тренировки. Одним из главных вопросов, которые определяют стратегию всего процесса технической подготовки, является совершенствование спортивной техники. Задача исследования – проанализировать современные подходы решения проблемы совершенствование спортивной техники. Среди бесконтактных методов контроля за движениями спортсменов наиболее популярным стал биомеханический анализ на основе фото-, кино- и видеосъемки. Биомеханические характеристики помогают разобратся в сложных механизмах формирования движений, а, значит, найти пути овладения ими, их совершенствования и исправления возможных ошибок. Установлено, что современные исследования показателей спортивной техники выполняются видеокомпьютерными анализаторами движений спортсменов. Подтверждено, что средствами практического решения совершенствования технического мастерства спортсменов являются разнообразные тренажерные приспособления.

собления. Установлено, что для анализа и моделирования двигательных действий в биомеханике спорта, а также прогнозирования способов совершенствования спортивной техники перспективным является использование нейрокомпьютинга.

**Ключевые слова:** спортивная техника, видеокомпьютерный анализ, биомеханические характеристики, модель, нейрокомпьютинг.

**Rustam Akhmetov, Viktor Shaverskii. Perspective Approaches to the Development of Techniques of Moving Actions of Athletes.** Nowadays technical training of athletes is a core system-creating element of the multi-faced structure of process of sports training. One of the main issues that determine the strategy of the whole process of technical training is development of sports techniques. Research objective – to analyze the present-day approaches to solution of the problem of development of sports techniques. Among the contactless methods of control of movements, the most popular one is biomechanical analysis on basis of photo-, movie-, video-recording. Bio-mechanic characteristics help to understand the complicated mechanisms of formation of movements, i.e. finding the ways of taking control over them, their development and correction of possible mistakes. It is estimated that present-day investigations of indices of sports techniques are conducted by video-and-computing analyzers of movements of athletes. It is proved that variety of training simulators are the means of practical solutions to the development of technical mastership of athletes. It is estimated that in order to analyze and model moving actions in biomechanics of sports as well as to forecast the ways of development of sports techniques it is perspective to use neurocomputing.

**Key words:** sports technique, video-and-computing analysis, biomechanical characteristics, model, neurocomputing.