

# Ретроспективний аналіз технічної підготовки в процесі багаторічного удосконалення (на прикладі спортивної ходьби)

Володимир Бобровник, Сергій Сovenко

Національний університет фізичного виховання і спорту України, Київ, Україна

**Анотація.** Одним із пріоритетних напрямів оптимізації сучасної системи багаторічної підготовки легкоатлетів, які спеціалізуються у спортивній ходьбі, є удосконалення їхньої технічної підготовки, формування методології якої на етапах багаторічного удосконалення має здійснюватися на основі врахування сучасних знань з цієї проблеми. *Мета.* Удосконалення технічної підготовки легкоатлетів, які спеціалізуються у спортивній ходьбі, у процесі багаторічного тренування шляхом розробки її методології. *Методи.* Аналіз і узагальнення науково-методичної літератури і даних світової мережі Інтернет, аналіз статистичних матеріалів виступів спортсменів на змаганнях Світової легкої атлетики (World Athletics) та Федерації легкої атлетики України (ФЛАУ). *Результати.* Процес технічної підготовки у спортивній ходьбі важливо розглядати не тільки в аспекті удосконалення її на певних етапах багаторічної підготовки, а й комплексно – у структурі всієї системи багаторічного удосконалення. При цьому важливим є врахування як фундаментальних підходів, що відображають загальні закономірності формування технічних дій, так і специфічних, котрі характеризують особливості техніки спортивної ходьби. Формування засад технічної підготовки легкоатлетів, які спеціалізуються у спортивній ходьбі, потребує розробки відповідної методології на етапах багаторічного удосконалення на основі визначення основних елементів технічних дій шляхом виявлення інформативних біомеханічних характеристик, які впливають на змагальну діяльність та спортивний результат.

**Ключові слова:** технічна підготовка, спортивна ходьба, багаторічна підготовка.

Volodymyr Bobrovnyk, Serhii Sovenko

## RETROSPECTIVE ANALYSIS OF TECHNICAL TRAINING IN THE PROCESS OF LONG-TERM IMPROVEMENT (ILLUSTRATED BY THE CASE OF RACE WALKING)

**Abstract.** One of the priority directions of optimization of the modern system of long-term training of race-walking athletes is the improvement of their technical training, the methodology of which, at the stages of long-term improvement, should be developed on the basis of the current knowledge on this issue. *Objective.* Improving technical training of race-walking athletes in the course of long-term training through developing its methodology. *Methods.* Analysis and generalization of scientific and methodological literature and data of the Internet, analysis of statistical materials of athletes' performances at the competitions of the World Athletics Series (WAS) and the Ukrainian Athletics Federation. *Results.* It is important to consider the process of technical training in race walking not only in terms of its improving at certain stages of long-term training, but also in a comprehensive way, i.e. within the structure of the entire system of long-term improvement. It is important to take into account both the fundamental approaches that reflect the general patterns of formation of technical actions and the specific ones, which characterize the features of walking technique. Development of the principles of technical training of race-walking athletes requires the development of appropriate methodologies at the stages of long-term improvement based on determining the basic elements of technical actions by identifying informative biomechanical characteristics that affect competitive activity and sports performance.

**Keywords:** technical training, race walking, long-term training.

**Вступ.** Основоположником теорії технічної підготовки в спорті, безумовно, слід вважати М. О. Бернштейна, який ще у 1920-х роках в основу своїх перших робіт з біомеханіки поклав дослідження основних способів пересування людини, а саме ходьби і бігу. У своїх роботах [3, 4] він зробив методологічною основою теорії технічної підготовки біомеханіку рухів людини, фізіологію рухової активності, яка включала нейрофізіологію і психологію [5, 27].

Спортивна ходьба – вид легкої атлетики, до техніки виконання якого правила змагань ставлять чіткі вимоги, контроль за дотриманням яких здійснюють відповідні судді. Згідно з правилами змагань, у спортивній ходьбі не повинно бути видимої для людського ока фази польоту або, іншими словами, завжди має бути контакт з опорою, при чому винесена вперед (опорна) нога має бути повністю випрямленою в колінному суглобі з моменту першого контакту із землею до проходження вертикалі [26].

Сучасний стан розвитку спортивної ходьби характеризується невинним підвищенням рівня результатів, що впливає не тільки на підходи до суддівства змагань [47], її оцінювання [40], а й на техніку виконання змагальної вправи [48].

Збільшення швидкості долання дистанції у спортивній ходьбі провідними спортсменами світу ставить сьогодні важливі завдання не тільки відносно технології суддівства, а й перед тренерами в процесі технічної підготовки [29]. Водночас зростають і вимоги до рівня підготовленості спортсменів, що вимагає постійного вдосконалення методики тренування не тільки атлетів високого світового рівня на етапах максимальної реалізації індивідуальних можливостей та збереження вищої спортивної майстерності, а й на попередніх етапах багаторічної підготовки [22, 24].

Bobrovnyk V., Sovenko S. Retrospective analysis of technical training in the process of long-term improvement (illustrated by the case of race walking). *Theory and Methods of Physical education and sports.* 2022; 1: 9–17  
DOI: 10.32652/tmfvs.2022.1.9–17

Бобровник В., Сovenко С. Ретроспективний аналіз технічної підготовки в процесі багаторічного удосконалення (на прикладі спортивної ходьби). *Теорія і методика фізичного виховання і спорту.* 2022; 1: 9–17  
DOI: 10.32652/tmfvs.2022.1.9–17

Сьогодні надзвичайно стрімко розвивається і спортивна ходьба на 50 км у жінок, яку у 2017 р. вперше було включено до програми чемпіонатів світу. Все частіше на найбільших світових і національних форумах практикується дистанція 35 км, що потребує наукового обґрунтування усіх складових системи підготовки спортсменів [28].

Одним із пріоритетних напрямів оптимізації сучасної системи багаторічної підготовки легкоатлетів є удосконалення технічної підготовки, яка у гармонійному поєднанні з фізичною підготовкою дозволить досягти високих спортивних результатів в оптимальному віці та у подальшому зберегти високу спортивну майстерність до закінчення спортивної кар'єри [7].

Провідні фахівці зі спортивної ходьби [18, 31, 37] свідчать, що у тренувальному процесі легкоатлетів основним засобом є змагальна вправа, що виконується в різних зонах інтенсивності. Вдосконалення технічної майстерності здійснюється практично нерозривно з розвитком, насамперед, спеціальної витривалості і є одним із найбільш важливих напрямів підготовки. Але слід пам'ятати, що зміна обсягів і співвідношення засобів тренування може призвести до надмірного форсування тренувального процесу і, як наслідок, погіршення стану здоров'я спортсменів [48]. Однак акцент на вдосконалення технічної підготовки, особливо на початковому та базових етапах багаторічної підготовки, може створити оптимальні передумови для досягнення високих результатів у майбутньому [22, 24].

У науково-методичній літературі, присвяченій аналізу техніки спортивної ходьби [18, 39, 40, 42, 43, 46] закладено основи удосконалення технічної підготовки спортсменів. Однак вони стосуються переважно вирішення окремих специфічних завдань у межах удосконалення проблеми технічної підготовки певного контингенту спортсменів залежно від віку чи етапу багаторічної підготовки, статі, індивідуальних особливостей чи вирішення ефективності техніки виконання спортивної ходьби в цілому тощо та практично мало стосуються методики по-

будови тренувального процесу та технічної підготовки зокрема. При цьому відсутні дослідження, які сприяли б вирішенню цієї проблеми в аспекті багаторічної підготовки в цілому.

Отже, оптимізація основ технічної підготовки легкоатлетів, які спеціалізуються у спортивній ходьбі, на етапах багаторічного удосконалення потребує подальшого розвитку її методології. Передбачається, що розробка методології їхньої технічної підготовки дозволить удосконалити систему багаторічної підготовки легкоатлетів, які спеціалізуються у спортивній ходьбі.

**Мета дослідження** – удосконалення технічної підготовки легкоатлетів, які спеціалізуються у спортивній ходьбі, у процесі багаторічного тренування шляхом розробки її методології.

**Методи дослідження:** аналіз і узагальнення науково-методичної літератури і даних світової мережі Інтернет, аналіз статистичних матеріалів виступів спортсменів на змаганнях Світової легкої атлетики (World Athletics) та Федерації легкої атлетики України (ФЛАУ). Аналіз і синтез були головними інструментами вивчення теоретичних аспектів удосконалення технічної підготовки легкоатлетів, висвітлених у спеціальній науково-методичній літературі. Структурний та системний підходи застосовували для виявлення основних компонентів технічної підготовки та їх взаємозв'язків у процесі багаторічного тренування.

**Результати дослідження та їх обговорення.** Протягом багатьох десятиліть проблема удосконалення технічної підготовки в спорті є однією з найбільш актуальних. Розвиток новітніх технологій оцінювання та аналізу рухів спортсменів вивів біомеханічні дослідження на новий рівень, що дозволяє, з одного боку, вирішувати питання фундаментальних досліджень з теорії рухової активності, зокрема пошуку більш досконалих способів виконання рухових дій, з іншого – ряду прикладних проблем з удосконалення техніки та технічної підготовки спортсменів у дисциплінах легкої атлетики та спортивної ходьби зокрема [25]. Сьогодні фундаментальні дослідження покладено в основу підручни-

ків, посібників та монографій з біомеханіки [5, 25, 45]. Крім того, вченими активно продовжують розроблятися напрями удосконалення теорії побудови рухів спортсменів [2, 10, 12], а також навчання та технічної підготовки атлетів [14, 16, 33].

Протягом кількох десятиліть Світова легка атлетика активно стимулює прикладні дослідження [35, 38, 41] техніки провідних спортсменів світу на найбільших світових форумах, у тому числі і в спортивній ходьбі [39, 43]. Останнім часом новітні технології дають можливість тренеру отримувати оперативну інформацію в ході змагань. Так, на чемпіонаті світу 2019 р. було використано систему, яка дозволяла в режимі реального часу відстежувати швидкість та кут вильоту, а також траєкторію польоту снаряда в легкоатлетичних метаннях. Безсумнівно, використання новітніх технологій у подальшому буде все більше проявлятися не тільки у змагальній діяльності, а й у тренувальному процесі легкоатлетів різних спеціалізацій, у тому числі й тих, які спеціалізуються у спортивній ходьбі.

За останнє десятиліття відповідні технології розробляються вченими і для об'єктивного оцінювання техніки спортивної ходьби та апробуються на практиці [36, 49]. Так, Т. Sorogaso, S. Grazioso [36] представили алгоритми вимірювання порушень техніки, зібраних одним датчиком, розташованим у поперековому відділі хребта, та апробували на спортсменах високого рівня на різних швидкостях пересування від 12,0 до 15,5 км · год<sup>-1</sup>. Таку систему можна використовувати й у тренувальному процесі. Цілком ймовірно, що відповідні технології найближчим часом можуть увійти в практику суддівства змагань та у тренувальний процес.

Однак, як фундаментальні, так і переважно прикладні дослідження постійно розвиваються. При цьому їх взаємозв'язок постійно зростає. Сьогодні загальною тенденцією біомеханіки є комплексне вивчення рухової діяльності людини з використанням фізіології, психології, біохімії [25].

Отже, не дивно, що існує велика кількість визначень поняття «спор-

тивна техніка», що еволюціонувало не тільки в процесі розвитку біомеханіки, а й в аспекті ставлення до її «предмета вивчення» спеціалістів різних наук. Так, В. В. Гамалій, проаналізувавши суть цього поняття та велику кількість його визначень різними спеціалістами, дає таке трактування: «Це спосіб організації внутрішніх і зовнішніх сил по відношенню до тіла спортсмена у функціональну систему на основі мети дії, що регламентований руховими можливостями, біомеханічними критеріями оптимізації рухів, ситуаційною доцільністю, а також правилами змагань та представлений системою рухів, що відповідає особливостям виду спорту» [15].

А. М. Лапутін та В. І. Бобровник [20] під спортивною технікою розуміють систему рухових дій, що базується на раціональному використанні рухових можливостей людини, спрямовану на досягнення високих спортивних результатів у обраному виді спорту (вирішенню основного рухового завдання). На думку вчених, технічна майстерність – ступінь розвитку рухових можливостей, який характеризується таким обсягом рухових дій, такою їх різноманітністю і раціональністю, такою ефективністю засвоєння їх виконання, які дозволяють людині чітко вирішувати рухові завдання у відповідному виді спорту.

Технічна підготовка спортсмена спрямована на вивчення і вдосконалення техніки рухів, властивих цьому виду спорту. У процесі загальної технічної підготовки спортсмен поповнює фонд рухових умінь і навичок, потрібних йому в житті і спорті. У ході спеціальної технічної підготовки він опановує техніку обраного виду спорту, в даному випадку спортивною ходьби, і поглиблює свою спортивну спеціалізацію, доводить до досконалості необхідні вміння і навички [22].

Побудова спортивної техніки як кінцевого продукту дидактичного процесу, на думку В. В. Гамалія [15], має враховувати всю складність цього процесу і базуватися на системній єдності мети з педагогічними (розповідь, показ, пояснення), психологічними (мотивація, формування образу дій), фізіологічними (діяльність цен-

тральної нервової системи, скорочення й розслаблення м'язів) і біомеханічними (опорно-руховий апарат людини, механічний рух та його характеристики) компонентами спортивної техніки.

Німецьким фахівцем з біомеханіки Г. Хочшюзом ще в 1960-х роках введено поняття «біомеханічні принципи», серед яких він виділив: генерації імпульсу, тимчасової координації окремих імпульсів, оптимального шляху прискорення, оптимального тренду в кривій прискорення, протидії, збереження імпульсу).

Біомеханічний принцип – це будь-яке науково обґрунтоване узагальнене положення, що належить до організації рухів, яким у процесі навчання не можна ігнорувати без можливої шкоди для його результату. Вони поділяються на загальні, реалізація яких необхідна для певної групи рухів, та приватні, які важливі під час виконання специфічного рухового завдання [19].

В. М. Болобан [10], вивчаючи сучасні технології формування рухових умінь та навичок, наголошує на необхідності виділення структурного складу спортивної вправи, що дозволяє ефективно вибудовувати алгоритм полідисциплінарного формування знань, рухових умінь і навичок для якісного навчання і подальшої спортивної підготовки. В структурі спортивної вправи він виділяє рухову, біологічну, функціональну, біомеханічну, дидактичну, психолого-педагогічну та технологічну структури.

Ю. К. Гавердовський [14] однією з найбільш прикрих причин труднощів, які виникають у процесі навчання, технічної підготовки гімнастів, вважає ту, коли уява тренера про техніку спортивної вправи принципово будуються на міфах, які не мають нічого спільного з реальними основами побудови руху. Працюючи над освоєнням і вдосконаленням рухів, важливо пам'ятати, що техніка вправи базується на абсолютно об'єктивних фізичних і фізіологічних закономірностях.

А. М. Лапутін та В. О. Кашуба [21] вважають, що структура рухових дій, динаміка проявів яких у змагальній діяльності найбільш часто моделюється

в спортивному тренуванні, ґрунтується на таких аспектах:

- управління (інформаційно-психологічна структура) – забезпечується функціональною активністю нервової системи. В результаті цього у людини формуються мотив і мета дії. На основі переробки інформації із зовнішнього середовища будуються оперативний образ, концептуальна модель дії, приймається рішення, здійснюються перевірка результатів і корекція елементів дії;

- виконання (антропомоторна, біомеханічна, а також структура гравітаційних взаємодій) – включає системи генотипних і фенотипічних навичок, а також вроджених і набутих у процесі природного біологічного розвитку, навчання і тренування, комплексів поведінкових рухових реакцій і рухових умінь. Вони містять такі елементи прояву рухової активності: пізні реакції, просторові переміщення тіла певної маси в гравітаційному полі, локомотивні, маніпуляційні та інші рухи, що забезпечують вирішення рухового завдання і досягнення мети;

- обслуговуючі структури – забезпечуються взаємодією систем, які обслуговують апарат рухів (серцево-судинної, дихальної, ендокринної, видільної).

В. І. Бобровник зі співавторами [8] вважають, що виняткове значення для підвищення ефективності тренувального процесу і неухильного зростання спортивної майстерності має визначення кількісних характеристик оптимальної взаємодії різних сторін моделі майбутнього як для кінцевої мети, так і для окремих проміжних етапів у процесі її досягнення. Особливо важливо враховувати взаємозв'язок між фізичною і технічною сторонами підготовки легкоатлета. За правильної організації тренувального процесу повинні неухильно зростати не тільки фізична підготовленість спортсмена, а й більшою мірою – технічна майстерність.

У науково-методичній літературі виділяють два основні варіанти вдосконалення технічної майстерності: перший, коли техніка спортсмена відповідає сучасній раціональній структурі рухів і узгоджується з індивіду-



альними особливостями його фізичної підготовленості; другий, більш поширений, коли техніка рухів спортсмена не повною мірою відповідає його функціональним можливостям і містить ряд більш-менш серйозних відхилень від сучасної технічної моделі. У першому випадку процес удосконалення рухових навичок пов'язаний з подальшим розвитком правильних рухів, враховуючи кількісні характеристики: збільшення швидкості й амплітуди рухів, силових імпульсів тощо, і на цій основі – формування відповідної рухової установки. У другому випадку він базується на побудові рухової навички з заміною малоефективних елементів структури рухів більш ефективними, яка заснована на реконструкції функціональної структури нервових процесів, що управляють рухами, і на заміну деяких ланок цієї структури новими. Таким чином, основним напрямом оптимізації технічної підготовки є поєднане вдосконалення техніко-фізичної підготовки, при цьому важливим є відбір спеціальних вправ, адекватних за кінематико-динамічними характеристиками змагальній вправі. У таких вправах розвиток фізичних якостей (з урахуванням провідної) слід здійснювати відповідно до тих структурно-функціональних умов, у яких вони повинні виявлятися в цілісній спортивній вправі [8, 17].

Р. Ф. Ахметов, Т. Б. Кутек [1] визначають важливість використання під час навчання і вдосконалення техніки рухів спеціально створеного штучного зовнішнього середовища – біомеханічних стендів, тренувальних пристроїв, технічних засобів та тренажерів, спортивного інвентарю, екіпірування та інших біомеханічних технологій. У кожній спортивній вправі вони забезпечують енергетичну, силову, координаційну допомогу спортсмену, зберігають опорно-руховий апарат від перевантажень, покращують управління руховими діями.

У процесі технічного удосконалення спортсменів, які спеціалізуються у спортивній ходьбі, важливим повинно бути врахування особливостей психологічних функцій на різних етапах багаторічної підготовки. Так, результати

досліджень Н. Л. Височиної [13] свідчать, що на першій стадії процесу багаторічної підготовки відмічається поступовий розвиток психологічних функцій мислення, інтуїції і відчуттів, де у більшості спортсменів переважає емоційне сприйняття і реагування на ситуацію, яскраві і бурхливі реакції. При цьому етап підготовки до вищих досягнень розглядається як важливий перехідний період перед різкою зміною пріоритетів у житті спортсмена, де настає рівновага між раціональними психологічними функціями (мислення і відчуття). У другій стадії, починаючи з етапу максимальної реалізації індивідуальних можливостей, на перший план виступає осмислене і раціональне ставлення до виконуваної роботи, конкретне бачення мети, використання переваг сенсорних систем у вигляді відчуттів, розвинена інтуїція.

Тренувальний процес у спортивній ходьбі повинен розглядатися як цілісна система, де на кожному етапі становлення спортивної майстерності вирішуються відповідні дидактичні завдання. Специфічність реалізованих завдань зумовлює спрямованість підготовки спортсмена як у плані багаторічного тренування, так і на конкретних її етапах окремо. Ступінь ефективності їх реалізації знаходить своє відображення в необхідності досягнення спортсменом адекватних віку «цільових завдань» підготовки, виражених величиною прогнозованого результату і відповідних модельних характеристик фізичної підготовленості.

Проблему технічної підготовки в спорті, і спортивній ходьбі зокрема, важливо розглядати не тільки в аспекті удосконалення її на певних етапах багаторічної підготовки, а й комплексно в аспекті всієї системи багаторічного удосконалення.

Розглядаючи процес багаторічної підготовки спортсменів, необхідно виділити основні напрями орієнтації в технічній підготовці у першій її стадії. На етапі початкової підготовки слід створити умови для освоєння різноманітних підготовчих вправ. При цьому не потрібно стабілізувати техніку рухів та намагатись досягти стійкої рухової навички. На етапі попередньої базової підготовки необхідно знайти

оптимальне співвідношення між технічною та фізичною підготовкою. При цьому технічна підготовка повинна бути максимально різноманітною і знаходитись у відповідності з розвитком різних рухових якостей. Важливу роль відіграють спеціально-підготовчі вправи. На етапі спеціалізованої базової підготовки важливим аспектом є корекція техніки у зв'язку з інтенсивним приростом маси та збільшенням довжини тіла у зв'язку з закінченням пубертатного періоду. Спеціальна підготовка також проводиться із залученням широкого комплексу спеціально-підготовчих вправ, велике місце серед яких відводиться вправам, спрямованим на систематичне формування основ техніки обраного виду спорту. На першій стадії, з одного боку, необхідно враховувати чутливі періоди вікового розвитку, коли організм особливо легко піддається тренувальним впливам, відповідаючи на них швидким прогресуванням рухових здібностей, з іншого – уникнути надмірно вузької форсованої спеціалізації, яка дає в найближчі роки швидкий приріст спортивних результатів, але у результаті виявляється мало перспективною [22–24].

Сьогодні на першій стадії багаторічної підготовки актуальною залишається проблема навчання рухових дій, зокрема потребує удосконалення методологія формування рухових умінь та навичок, особливо у видах спорту, у яких помітний прогрес, до яких, безсумнівно, належить і спортивна ходьба. При цьому важливим є створення не тільки сугубо наукових знань, а й таких, які можуть використовуватися на практиці та бути зрозумілими для тренера [11, 16, 34].

Що стосується спортсменів, які знаходяться у другій стадії багаторічної підготовки, то головним завданням на етапі максимальної реалізації індивідуальних можливостей є досягнення максимально ефективної техніки, розвиток рухових якостей та освоєння найбільших тренувальних навантажень при індивідуальному підході до кожного атлета [9]. Актуальними залишаються слова відомого радянського спортсмена, спеціаліста зі спортивної ходьби В. В. Ухова, сказа-

ні ним понад півстоліття тому: «Тільки при високій фізичній підготовленості можна успішно вирішувати завдання технічної, тактичної і вольової підготовки скороходів» [30]. На етапі збереження вищої спортивної майстерності основним завданням є підтримання високого рівня техніко-фізичної підготовленості та досягнення того рівня функціональних можливостей основних систем організму.

Розглядаючи питання технічної підготовки в комплексі, слід пам'ятати, що основним системотвірним чинником побудови тренувального процесу є система змагань та змагальна діяльність спортсменів [24]. Легка атлетика – такий вид спорту, де спортсмени демонструють результати на межі людських можливостей. І спортивна ходьба, особливо на дистанції 50 км, у цьому плані є унікальним видом, де досить часто спостерігається значне виснаження спортсменів у другій половині дистанції, що виникає досить різко у навіть здавалося б найбільш фізично підготовлених провідних спортсменів світу.

Система змагань спортсменів у циклічних видах спорту, пов'язаних з проявом витривалості, в процесі багаторічної підготовки має свої особливості, головна серед яких полягає у збільшенні довжини змагальної дистанції. Так, легкоатлети з 11 до 15 років, які спеціалізуються у спортивній ходьбі, змагаються на дистанціях 2 та 3 км, з 16 до 19 років – на дистанції 10 км (у дівчат 16–17 років довжина дистанції становить 5 км), і тільки при досягненні «молодіжного» віку атлети змагаються на класичних для дорослих спортсменів дистанціях – 20 та 50 км. Тому в першій стадії багаторічної підготовки досягнення певного рівня спортивних результатів у спортивній ходьбі не дає досить вичерпної інформації навіть досвідченому тренеру про ефективність тренувального процесу на тому чи іншому етапі багаторічної підготовки, тобто досягнення спортсменом адекватних віку «цільових завдань» підготовки. При цьому на першому плані повинні бути завдання досягнення певних модельних показників техніки виконання змагальної вправи, які в другій стадії ба-

гаторічної підготовки, поряд з великими фізичними навантаженнями, стануть основою для досягнення спортивних результатів високого рівня.

A. S. Kryuchkov, E. B. Myakinchenko [44] стверджують, що у спортивній практиці є велика кількість прикладів, коли перші місця на найбільших світових форумах у видах витривалості посідають спортсмени не обов'язково з найвищими функціональними можливостями і показниками фізичної підготовки. Тому учені вважають важливим резервом підвищення спортивної результативності в ефективності змагальної мобілізації та технічних навичках.

Процес здійснення технічної підготовки, особливо спеціальної, здійснюється нерозривно з розвитком фізичних якостей [23]. Специфіка побудови методики тренування у видах спорту, пов'язаних з проявом витривалості, і в спортивній ходьбі зокрема, має також певні особливості, основна з яких полягає у широкому використанні в тренувальному процесі змагальної вправи [9, 37]. Необхідність виконання великих обсягів тренувальної роботи і широкого використання змагальної вправи створюють певну обмеженість у часі і як наслідок – у використанні більш широкого кола засобів тренування. Таким чином, домінуюче використання змагальної вправи в різних зонах інтенсивності у видах витривалості є основою не тільки фізичної, а й інших видів підготовки, і зокрема технічної [29].

При цьому слід пам'ятати, що головна увага на постановку завдань у тренувальному процесі на удосконалення техніки, коли спортсмен виконує в повному обсязі змагальну вправу у змагальній зоні інтенсивності, є мало виправдану, тому що протистояння стомленню викликає значні порушення міжм'язової координації. Останнє призводить не тільки до спрощення структури рухів (зменшення робочого ефекту основних м'язових груп), а й до таких зовнішніх прихованих форм цього спрощення, що маскують зниження робочого ефекту підвищеною активністю дугорядних рухових компонентів системи рухів [25].

Істотними резервами підвищення ефективності системи підготовки спортсменів високої кваліфікації є оптимізація основних компонентів управління тренувальним процесом (контролю, планування, моделювання, корекції, оцінювання) [22].

Найважливішою умовою підвищення якості управління тренувальним процесом, особливо спортсменів високої кваліфікації, є підвищення оперативності і точності керуючих впливів на основі об'єктивного комплексного контролю спеціальної підготовленості спортсменів у процесі цілолітнього тренування та змагань, а також своєчасної оперативної корекції тренувального процесу. Сьогодні зі створенням сучасних технологій біомеханічного контролю з'являється можливість оперативного управління технічною підготовкою спортсменів, які спеціалізуються у спортивній ходьбі.

Аналіз науково-методичної літератури свідчать про те, що одним із пріоритетних напрямів удосконалення спортивної техніки спеціалісти вважають метод комп'ютерного моделювання [7, 32]. Важливою функцією моделі є її значний внесок у переведення результатів наукових досліджень у практику спорту. При цьому, у побудові тренувального процесу одну з найважливіших ролей відіграють моделі змагальної діяльності [24].

Моделі поділяють на три рівні: узагальнені, групові та індивідуальні. Узагальнені моделі відображають характеристику на основі досліджень відносно великої групи спортсменів певного віку, кваліфікації, виду спорту тощо. Групові будуються на основі вивчення певної сукупності атлетів, які відрізняються специфічними ознаками, наприклад переважним розвитком тих чи інших фізичних якостей. Індивідуальні моделі спираються на результати тривалих досліджень змагальної чи тренувальної діяльності. При цьому у першій стадії багаторічної підготовки ефективними є узагальнені та групові моделі, а у другій – індивідуальні [24].

Цілком очевидно, що використання моделювання техніки змагальної діяльності дозволяє створюва-

ти основні орієнтири в побудові тренувального процесу у системі багаторічної підготовки спортсменів, які спеціалізуються у спортивній ходьбі. Таким комплексним шляхом пішли дослідники у швидко-силових видах легкої атлетики, а саме бігу на короткій дистанції та легкоатлетичних стрибках, М. П. Шестаков [33], В. І. Бобровник [7] та інші, заклавши основи удосконалення технічної підготовки у процесі багаторічної підготовки. Так, В. І. Бобровником [7] було розроблено та апробовано на практиці багатофункціональні біомеханічні моделі у стрибкових видах легкої атлетики, що дозволяють здійснювати оцінювання техніки атлетів, виявляти слабкі та сильні сторони індивідуальної технічної підготовленості, змодельовати індивідуальний підхід до покращення рівня техніки виконання змагальної вправи, необхідного для досягнення відповідних (у тому числі і рекордних) спортивних результатів.

Водночас у видах на витривалість в легкій атлетиці практично відсутні подібні дослідження. Щодо спортивної ходьби, певні напрацювання зроблено протягом останніх десятиліть лише Г. І. Корольовим [18]. Це ще раз засвідчує, що пріоритетними напрямками дослідженнями у видах на витривалість, і у спортивній ходьбі зокрема, в аспекті багаторічної підготовки завжди були ті, що стосуються удосконалення фізичної підготовки, розвитку функціональних можливостей організму тощо, а удосконаленню техніки та технічній підготовці належної уваги не приділялося.

Сьогодні в різних видах спорту, і в легкій атлетиці зокрема, активно розвиваються нові напрями моделювання – комп'ютерне моделювання за допомогою штучних нейронних мереж [6].

Використання комп'ютерних дидактичних матеріалів, які моделюють штучне керуюче середовище, забезпечує тренеру можливість працювати зі значно більшим обсягом дидактичних матеріалів, здійснюючи їх вибірку і компонування, індивідуалізувати тренувальний процес, поступово накопичувати і поповнювати банк дидактичних матеріалів.

У цьому аспекті В. М. Селуянов, М. П. Шестаков [27] визначають такі основні завдання теорії технічної підготовки, які необхідно враховувати у ході удосконалення її методології у спортивній ходьбі:

- розробка абстрактних і математичних моделей опорно-рухового апарату (ОРА) та центральної нервової системи (ЦНС);
- розробка методів формування довільних програм рухових дій;
- розробка методів перебудови програм довільного управління моделями ОРА;
- розробка методів контролю рівня технічної підготовленості, а також змісту технічної підготовки;
- планування технічної підготовки.

Модель центральної нервової системи – вихідна ланка в логічному ланцюзі процесу формування рухової програми. Необхідно звернути увагу на те, що до моделі ЦНС ставиться ряд вимог. Вона повинна давати можливість керування самим об'єктом управління (в нашому випадку ОРА), а також моделювати умови навколишнього середовища навколо об'єкта і їх взаємодію. При цьому обидва процеси необхідно представити як паралельні (що на сьогодні не враховують у пропозованих математичних моделях). Мабуть, застосування математичного моделювання у вигляді створення системи диференціальних рівнянь ЦНС буде становити складний і тривалий процес. Водночас, ще однією умовою адекватності реальності моделі, що розробляється, є можливість її «навченості», тобто неодмінною умовою слід визнати наявність у неї системи пам'яті.

**Дискусія.** Аналіз даних науково-методичної літератури свідчить, що одним із невичерпних резервів оптимізації процесу багаторічної підготовки є технічна підготовка. При цьому проблему технічної підготовки в спорті, і спортивній ходьбі зокрема, важливо розглядати не тільки в аспекті удосконалення її на певних етапах багаторічної підготовки, а й комплексно в аспекті всієї системи багаторічного удосконалення. При цьому важливим є врахування фундаментальних підходів, накопичених у даній сфері.

Сьогодні рівень розвитку спорту, і спортивної ходьби зокрема, характеризується впровадженням сучасних технологій оцінювання техніки виконання змагальної вправи. В роботах, присвячених аналізу техніки спортивної ходьби [18, 39, 40, 42, 43], а також побудови тренувального процесу [29, 31, 37], створено фундаментальну базу для удосконалення технічної підготовки спортсменів.

Однак вони стосуються переважно вирішення окремих специфічних завдань у межах удосконалення проблеми технічної підготовки певного контингенту спортсменів (залежно від віку чи етапу багаторічної підготовки, статі, індивідуальних особливостей) чи вирішення ефективності техніки виконання спортивної ходьби в цілому, засобів тренування та їх обсягів тощо, та практично мало стосуються поєднання досліджень техніки виконання змагальної вправи, побудови тренувального процесу та технічної підготовки. При цьому необхідні дослідження, які сприяли б вирішенню цієї проблеми в аспекті багаторічної підготовки в цілому.

**Висновки.** Спортивний результат у спортивній ходьбі залежить від ступеня прояву спеціальної витривалості, що визначається можливістю організму тривалий час підтримувати рівномірність між кисневим запитом та його поглинанням, а також від техніки виконання змагальної вправи. Враховуючи значну тривалість змагальної вправи, удосконалення технічної майстерності здійснюється практично незрозуміло з розвитком витривалості та є одним із найбільш важливих процесів оптимізації багаторічної підготовки спортсменів, які спеціалізуються у спортивній ходьбі.

Спортивна ходьба є унікальним видом легкої атлетики, адже він єдиний, в якому ставляться вимоги до техніки та контролю під час виконання змагальної вправи. Незважаючи на свою загальну простоту – це один з найбільш доступних видів в аспекті оздоровчої діяльності, вона належить до небагатьох видів легкої атлетики, де рівень спортивних результатів, і як наслідок – технічної майстерності, постійно зростає, що вимагає постійно-



го вдосконалення методики побудови процесу технічної підготовки не тільки на етапах другої стадії багаторічної підготовки, а й на етапах першої стадії багаторічного удосконалення.

Ретроспективний аналіз науково-методичної літератури показав, що відповідні розробки з удосконалення теоретико-методичних основ технічної підготовки, і зокрема легкоатлетів, які спеціалізуються у спортивній ходьбі, є одним із пріоритетних напрямів дослідження. Однак науковці переважно вирішують доволі вузькі завдання в аспекті підготовки певного контингенту спортсменів. При цьому відсутні дослідження, які сприяли б вирішенню цієї проблеми в аспекті багаторічної підготовки в цілому.

Подальше удосконалення теоретико-методичних основ технічної підготовки легкоатлетів, які спеціалізуються у спортивній ходьбі, потребує розробки відповідної методології технічної підготовки легкоатлетів на етапах багаторічного удосконалення на основі визначення основних елементів їхніх технічних дій шляхом виявлення інформативних біомеханічних характеристик, які впливають на змагальну діяльність та спортивний результат.

**Конфлікт інтересів.** Автори заявляють, що відсутній будь-який конфлікт інтересів.

## ЛІТЕРАТУРА

- Ахметов Р, Кутек Т. Биомеханические технологии в системе подготовки высококвалифицированных спортсменов. Наука в олимпийском спорте. 2013;(1):70-75.
- Бальсевич ВК. Онтокинезиология человека. Москва: Теория и практика физической культуры; 2000. 275 с.
- Бернштейн НА. О построении движений. Москва: Медгиз; 1947. 216 с.
- Бернштейн НА. О ловкости и ее развитии. Москва: Физкультура и спорт; 1991. 288 с.
- Лапунтін АМ, Гамалій ВВ, Архипов ОА та ін. Біомеханіка спорту: навч. посібник для студентів вищих навч. закладів з фіз. виховання і спорту. Київ: Олімпійська л-ра; 2005. 320 с.
- Бобкова ЕН, Парфианович ЕВ. Применение нейронных сетей для прогнозирования и моделирования тренировочного процесса в легкой атлетике. Человек. Спорт. Медицина. 2018;18(S):115-119. DOI: <https://doi.org/10.14529/hsm18s16>
- Бобровник ВИ. Совершенствование технического мастерства спортсменов высокой квалификации в легкоатлетических соревнованиях прыжках: монография. Киев: Науковий світ; 2005. 322 с.
- Бобровник ВИ, Колот АВ, Евтушевская НЮ. Основы совершенствования технического мастерства спортсменов высокой квалификации в соревновательных упражнениях легкой атлетики. Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Серія 15. Науково-педагогічні проблеми фізичної культури (фізична культура і спорт). 2016;(3):16-24. Доступно: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nchpru\\_015\\_2016\\_3\\_6](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nchpru_015_2016_3_6)
- Бобровник В, Ткаченко М, Совенко С, Колот А, Данилюк Д, Литвиненко С. Основы физической та технической подготовки квалифицированных спортсменов, які спеціалізуються у спортивній ходьбі, на першій і другій стадіях багаторічного удосконалення. Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Серія 15. Науково-педагогічні проблеми фізичної культури (фізична культура і спорт). (2021);8(139):28-38. DOI: [https://doi.org/10.31392/NPU-nc.series.15.2021.8\(139\).05](https://doi.org/10.31392/NPU-nc.series.15.2021.8(139).05)
- Болобан В. Современные технологии формирования двигательных умений и навыков в процессе обучения сложнокоординационным спортивным упражнениям. Наука в олимпийском спорте. 2017;(4):45-56.
- Болобан В. Технологии управления процессом обучения спортивным упражнениям, сложным по координации. Теория и методика физ. виховання і спорту. 2020;(2):23-35. DOI: <https://doi.org/10.32652/tmfvs.2020.2.23-35>
- Верхошанский ЮВ. Организация сложных двигательных действий спортсменов. Наука в олимпийском спорте. 1998;(3):30-36.
- Высочина Н. Психологическое обеспечение в многолетней подготовке спортсменов. Наука в олимпийском спорте. 2016;(4):65-71.
- Гавердовский Ю. Совершенствование техники движений и специальной технической подготовки как основа высших достижений в современной спортивной гимнастике. Наука в олимпийском спорте. 2019;(4):56-74.
- Гамалій В. Проблемы и перспективы совершенствования технической подготовки спортсменов. Наука в олимпийском спорте. 2015;(2):67-72.
- Гамалій В. Біомеханічні аспекти раціоналізації процесу навчання рухів у процесі технічної підготовки спортсменів. Теорія і методика фіз. виховання і спорту. 2020;(2):36-41. DOI: <https://doi.org/10.32652/tmfvs.2020.2.36-41>.
- Дьячков ВМ. Совершенствование технического мастерства спортсменов. Москва: Физкультура и спорт; 1972. 232 с.
- Королев ГИ. Управление системой подготовки в спорте. На примере подготовки в спортивной ходьбе. Москва: Мир атлетов; 2005. 192 с.
- Ланка Я, Гамалій В. Теоретические и практические аспекты реализации биомеханических принципов организации перемещающих движений в спорте. Наука в олимпийском спорте. 2017;(2):45-63.
- Лапунтін АН, Бобровник ВИ. Олимпийскому спорту – высокие технологии. Киев: Знання; 1999. 166 с.
- Лапунтін А, Кашуба В. Кинетика тела человека. Фізичне виховання, спорт і культура здоров'я у сучасному суспільстві. 2009;(4):40-49.
- Матвеев ЛП. Теория и методика физической культуры (Общие основы теории и методики физического воспитания; теоретико-методические аспекты спорта и профессионально-прикладных форм физической культуры). Москва: Физкультура и спорт; 1991. 544 с.
- Озолин НГ. Настольная книга тренера: Наука побеждать. Москва: ООО Издательство АСТ; 2004. 863 с.
- Платонов ВН. Система подготовки спортсменов в олимпийском спорте. Общая теория и ее практические приложения: учебник [для тренеров]: в 2 кн. Киев: Олимпийская лит.; 2015. Кн. 1. 680 с; Кн. 2. 752 с.
- Попов ГИ. Биомеханика: учебник [для студ. высш. учеб. заведений]. Москва: Издательский центр «Академия»; 2009. 256 с.
- Правила змагань 2020–2021. 180 с. Доступно: [http://uaf.org.ua/statistics/books/iaaf\\_rules\\_2018-2019.html](http://uaf.org.ua/statistics/books/iaaf_rules_2018-2019.html)
- Селуянов ВН, Шестаков МП. Физиология активности Н.А. Бернштейна как основа технической подготовки в спорте. Теория и практика физ. культуры. 1996;(11):58-62.
- Совенко С. Техничко-тактические особенности преодоления дистанции в спортивной ходьбе. Наука в олимпийском спорте. 2020;(1):81-90.
- Совенко СП, Андрущенко ЮМ, Соломин АВ, Виноградов ВС. Спортивная ходьба: навч. посіб. Київ: ТОВ «НВФ «Славутич-Дельфін»; 2018. 144 с.
- Ухов ВВ. Спортивная ходьба. Москва: Физкультура и спорт; 1966. 80 с.
- Фруктов АЛ, Травин ЮГ. Основы техники ходьбы. Спортивная ходьба. В: Озолин НГ, Воронкин ВИ, Примаков ЮН, редакторы. Легкая атлетика: учеб. для ин-тов физ. культуры. Москва: Физкультура и спорт; 1989. гл. 3.1; гл. 9; с. 37-41, 312-334.
- Шестаков МП. Управление технической подготовкой спортсменов с использованием моделирования. Теория и практика физ. культуры. 1998;(3):51-54.
- Шестаков МП. Биомеханические аспекты подготовки прыгунов и спринтеров высокого класса. Бюллетень ИААФ. Москва: Terra-Sport; 2000;2(4):156-170.
- Bauersfeld K-H, Schroter G. Grundlagen der Leichtathletik: Das Standardwerk für Ausbildung und Praxis. Meyer&Meyer Fachverlag; 2015. 712 s.
- Brüggemann GP, Glad B. IAAF Scientific Research Project at the games of the Games of the XXXIV Olympiad – Seoul 1988 Final report. International Athletic Foundation; 1990. 362 p.
- Caporaso T, Grazioso S. IART: Inertial Assistant Referee and Trainer for Race Walking. Sensors. 2020;20(3):30 p. DOI: 10.3390/s20030783
- Damilano S. Liu Hong season 2015 – Training [Internet]; 2015. Available from: <http://www.marciadalmondo.com/admin/pdf/allenamenti/26112015239Liu%20Hong%20-%20Season%202015.pdf>
- Graubner R, Nixdorf E. Biomechanical Analysis of the Sprint and Hurdles Events at the 2009 IAAF World Championships in Athletics. New studies in athletics. 2011;(1-2):19-53.
- Hanley B, Bissas A, Drake A. Initial findings of a biomechanical analysis at the 2008 IAAF World Race Walking Cup. New studies in athletics. 2008;(4):27-34.
- Hanley B, Tucker C, Bissas A. Differences between motion capture and video analysis systems in calculating knee angles in elite-standard race walking. Journal of Sports Sciences. 2018;36(11):1250-1255. DOI: 10.1080/02640414.2017.1372928
- Hanley B, Bissas A, Merlino S. Men's and Women's World Championship Marathon Performances and Changes With Fatigue Are

Not Explained by Kinematic Differences Between Footstrike Patterns. *Front. Sports Act. Living*. 06 August 2020; p. 1-14. DOI: <https://doi.org/10.3389/fspor.2020.00102>

42. Hoga-Miura K, Hirokawa R, Sugita M. Reconstruction of Walking Motion without Flight Phase by Using Computer Simulation on the World Elite 20 km Race Walkers During Official Races. *Slovak Journal of Sport Science*. 2017;2(1):59-75. Available from: [https://www.researchgate.net/publication/340683934\\_Reconstruction\\_of\\_walking\\_motion\\_without\\_flight\\_phase\\_by\\_using\\_computer\\_simulation\\_on\\_the\\_world\\_elite\\_20km\\_race\\_walkers\\_during\\_official\\_races\\_Slovak\\_Journal\\_of\\_Sport\\_Science](https://www.researchgate.net/publication/340683934_Reconstruction_of_walking_motion_without_flight_phase_by_using_computer_simulation_on_the_world_elite_20km_race_walkers_during_official_races_Slovak_Journal_of_Sport_Science)

43. Hoga-Miura K, Hirokawa R, Sugita M. A three-dimensional kinematic analysis of walking speed on world elite women's 20-km walking races using an inverted pendulum model. *Gazzetta Medica Italiana Archivio per le Scienze Mediche*. 2020;179(1-2):29-Available from: [https://www.researchgate.net/publication/340450617\\_A\\_three-dimensional\\_kinematic\\_analysis\\_of\\_walking\\_speed\\_on\\_world\\_elite\\_women's\\_20-km\\_walking\\_races\\_using\\_an\\_inverted\\_pendulum\\_model](https://www.researchgate.net/publication/340450617_A_three-dimensional_kinematic_analysis_of_walking_speed_on_world_elite_women's_20-km_walking_races_using_an_inverted_pendulum_model) DOI: 10.23736/S0393-3660.18.04009-3

44. Kryuchkov AS, Myakinchenko EB. Notion of «competitive mobilization efficiency» in endurance sports: versions of definitions and meanings. *Theory and Practice of Physical Culture*. 2020;(8):11-13.

45. McGinnis Peter M. (ed.) *Biomechanics of Sport and Exercise*. 3rd edition. Champaign: Human Kinetics; 2013. 460 p.

46. Pavei G, Cazzola D, La Torre A, Minetti AE. Race Walking Ground Reaction Forces at Increasing Speeds: A Comparison with Walking and Running. *Symmetry-Basel*. 2019;11(7):11 p. DOI: 10.3390/sym11070873

47. Race Walking. *A Guide to Judging and Organising*. (A guide for judges, officials, coaches and athletes). International Association of Athletics Federations; 2016. 29 p.

48. Schiffer J. Race walking. *New studies in athletics*. 2008;23(4):7-15.

49. Taborri J, Palermo E, Rossi S. Automatic Detection of Faults in Race Walking: A Comparative Analysis of Machine-Learning Algorithms Fed with Inertial Sensor Data. *Sensors*. 2019;19(6):19 p. DOI: 10.3390/s19061461

## LITERATURE

1. Akhmetov R, Kutek T. Biomechanical technologies in the system of elite athletes training. *Science in Olympic sport*. 2013;(1):70-75.

2. Balsevich VK. *Human ontokinesiology*. Moskva: Theory and practice of physical culture. 2000. 275 p.

3. Bernshtein NA. *On the building of movements*. Moskva: Medgiz; 1947. 216 p.

4. Bernshtein NA. *About agility and its development*. Moskva: Fizkultura i sport; 1991. 288 p.

5. Laputin AM, Gamalii VV, Arkhipov OA et al. *Biomechanics of sport: study guide for students of higher education institutions in physical education and sports*. Kyiv: Olympic literature; 2005. 320 p.

6. Bobkova EN, Parfianovych EV. Application of neural networks for forecasting and modeling training process in track and field athletics. *Human. Sport. Medicine*. 2018;18(S):115-119. DOI: <https://doi.org/10.14529/hsm18s16>

7. Bobrovnik VI. *Improving the technical skills in elite athletes competing in athletic jump events: monograph*. Kiev: Naukovyi svit, 2005. 322 p.

8. Bobrovnik VI, Kolot AV, Evtushevskaya NYu. *Foundations of improvement of technique of track and field competition exercises of highly skilled athletes*. Naukovyi chasopys of M.P.Dragomanov National Pedagogical University. Series 15. Scientific and pedagogical problems of physical culture (Physical culture and sports). 2016;(3):16-24. Retrieved from: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nchnpu\\_015\\_2016\\_3\\_6](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nchnpu_015_2016_3_6)

9. Bobrovnik V, Tkachenko M, Sovenko S, Kolot A, Danylyuk D, Lytvynenko S. *Fundamentals of physical and technical training for qualified athletes specializing in race walking at the first and second stages of long – term improvement*. Naukovyi chasopys of M.P.Dragomanov National Pedagogical University. Series 15. Scientific and pedagogical problems of physical culture (Physical culture and sports). (2021);8(139):28-38. DOI: 10.31392/NPU-nc.series15.2021.8(139).05

10. Boloban V. *Modern technologies for development of motor skills and abilities in the process of teaching complex coordination exercises*. *Science in Olympic sport*. 2017;(4):45-56.

11. Boloban V. *Technologies of managing the process of training coordination complex sports exercises*. *Theory and methods of physical education and sports*. 2020;(2):23-35. DOI: 10.32652/tmfvs.2020.2.23-35

12. Verkhoshansky YuV. *Organization of complex motor actions of athletes*. *Science in Olympic sport*. 1998;(3):30-36.

13. Vysochyna N. *Psychological support in the long-term training of athletes*. *Science in Olympic sport*. 2016;(4):65-71.

14. Haverdovskiy Yu. *Improvement of movement technique and special technical preparation as a basis of higher achievements in modern artistic gymnastics*. *Science in Olympic sport*. 2019;(4):56-74.

15. Gamaliy V. *Problems and perspectives of athlete technical preparation improvement*. *Science in Olympic sport*. 2015;(2):67-72.

16. Gamaliy V. *Biomechanical aspects of rationalization of the movement learning process during technical training of athletes*. *Theory and methods of physical education and sports*. 2020;(2):36-41. DOI: 10.32652/tmfvs.2020.2.36-41.

17. Dyachkov VM. *Improving technical skills of athletes*. Moskva: Fizkultura i sport; 1972. 232 p.

18. Korolev GI. *Management of the training system in sports*. As exemplified by race walking. Moskva: Mir atletov; 2005. 192 p.

19. Lanka Ya, Gamaliy V. *Theoretical and practical aspects of implementation of biomechanical principles of organization of moving motions in sports*. *Science in Olympic sport*. 2017;(2):45-63.

20. Laputin AN, Bobrovnik VI. *High technologies to Olympic sports*. Kiev: Znannia; 1999. 166 p.

21. Laputin A, Kashuba V. *Kinetics of the human body*. *Physical education, sport and health culture in modern society*. 2009;(4):40-49.

22. Matveev L.P. *Theory and methodology of physical culture*. (General foundations of the theory and methodology of physical education; theoretical and methodological aspects of sports and occupational forms of physical culture). Moskva: Fizkultura i sport; 1991. 544 p.

23. Ozolin NG. *Trainer's desk book: Science to win*. Moskva: OOO Publ. House AST; 2004. 863 p.

24. Platonov VN. *System of Athlete's preparation in Olympic sport*. *General theory and practical applications*. textbook [for trainers]: in 2

vols. Kiev: Olympic literature; 2015. Vol. 1. 680 p; Vol. 2. 752 p;

25. Popov GI. *Biomechanics: textbook [for students of higher education institutions]* Moskva: Publ. Center "Akademii"; 2009. 256 p.

26. *The rules of competitions 2020–2021*. 180 p. Retrieved from: [http://uaf.org.ua/statistics/books/iaaf\\_rules\\_2018-2019.html](http://uaf.org.ua/statistics/books/iaaf_rules_2018-2019.html)

27. Seluianov VN, Shestakov MP. N.A. Bernstein's physiology of activity as the basis of technical training in sports. *Theory and practice of physical culture*. 1996;(11):58-62.

28. Sovenko S. *Technico-tactical peculiarities of distance covering in race walking*. *Science in Olympic sport*. 2020;(1):81-90.

29. Sovenko SP, Andrushchenko YuM, Solomin AV, Vynogradov VYe. *Race walking: study guide*. Kyiv: TOV "NVF "Slavutych-Delfin"; 2018. 144 p.

30. Ukhov VV. *Race walking*. Moskva: Fizkultura i sport; 1966; 80 p.

31. Frukotov AL, Travin YuG. *Fundamentals of race walking technique*. *Race walking*. In: Ozolin NG, Voronkin VI, Primakov YuN, editors. *Track and field athletics: textbook for physical culture institutes*. Moskva: Fizkultura i sport; 1989. Ch. 3.1; Ch. 9; p. 37-41, 312-334.

32. Shestakov MP. *Management of athletes' technical training using simulation*. *Theory and practice of physical culture*. 1998;(3):51-54.

33. Shestakov MP. *Biomechanical aspects of training high-class jumpers and sprinters*. *IAAF Bulletin*. Moskva: Terra-Sport; 2000;2(4):156-170.

34. Bauersfeld K-H, Schroter G. *Grundlagen der Leichtathletik: Das Standardwerk für Ausbildung und Praxis*. Meyer&Meyer Fachverlag; 2015. 712 s.

35. Brüggemann GP, Glad B. *IAAF Scientific Research Project at the games of the Games of the XXXIV Olimpiad – Seoul 1988 Final report*. International Athletic Foundation; 1990. 362 p.

36. Caporaso T, Grazioso S. *IART: Inertial Assistant Referee and Trainer for Race Walking*. *Sensors*. 2020;20(3):30 p. DOI: 10.3390/s20030783

37. Damilano S. *Liu Hong season 2015 – Training [Internet]*; 2015. Available from: <http://www.marciadalmondo.com/admin/pdf/allenamenti/26112015239Liu%20Hong%20-%20Season%202015.pdf>

38. Graubner R, Nixdorf E. *Biomechanical Analysis of the Sprint and Hurdles Events at the 2009 IAAF World Championships in Athletics*. *New studies in athletics*. 2011;(1-2):19-53.

39. Hanley B, Bissas A, Drake A. *Initial findings of a biomechanical analysis at the 2008 IAAF World Race Walking Cup*. *New studies in athletics*. 2008;(4):27-34.

40. Hanley B, Tucker C, Bissas A. *Differences between motion capture and video analysis systems in calculating knee angles in elite-standard race walking*. *Journal of Sports Sciences*. 2018;36(11):1250-1255. DOI: 10.1080/02640414.2017.1372928

41. Hanley B, Bissas A, Merlino S. *Men's and Women's World Championship Marathon Performances and Changes With Fatigue Are Not Explained by Kinematic Differences Between Footstrike Patterns*. *Front. Sports Act. Living*. 06 August 2020; p. 1-14. DOI: <https://doi.org/10.3389/fspor.2020.00102>

42. Hoga-Miura K, Hirokawa R, Sugita M. *Reconstruction of Walking Motion without Flight Phase by Using Computer Simulation on the World Elite 20 km Race Walkers During Official Races*. *Slovak Journal of Sport Science*. 2017;2(1):59-75. Available from: [https://www.researchgate.net/publication/340683934\\_Reconstruction\\_of\\_walk](https://www.researchgate.net/publication/340683934_Reconstruction_of_walk)



ing\_motion\_without\_flight\_phase\_by\_using\_computer\_simulation\_on\_the\_world\_elite\_20km\_race\_walkers\_during\_official\_races\_Slovak\_Journal\_of\_Sport\_Science

43. Hoga-Miura K, Hirokawa R, Sugita M. A three-dimensional kinematic analysis of walking speed on world elite women's 20-km walking races using an inverted pendulum model. *Gazzetta Medica Italiana Archivio per le Scienze Mediche*. 2020;179(1-2):29-Available from: [https://www.researchgate.net/publication/340450617\\_A\\_three-dimensional\\_kinematic\\_analysis\\_of\\_walking\\_speed\\_on\\_world\\_elite\\_women's\\_20-km\\_walking\\_races\\_using\\_an\\_inverted\\_pendulum\\_model](https://www.researchgate.net/publication/340450617_A_three-dimensional_kinematic_analysis_of_walking_speed_on_world_elite_women's_20-km_walking_races_using_an_inverted_pendulum_model) DOI: 10.23736/S0393-3660.18.04009-3

44. Kryuchkov AS, Myakinchenko EB. Notion of «competitive mobilization efficiency» in endurance sports: versions of definitions and meanings. *Theory and Practice of Physical Culture*. 2020;(8):11-13.

45. McGinnis Peter M. (ed.) *Biomechanics of Sport and Exercise*. 3rd edition. Champaign: Human Kinetics; 2013. 460 p.

46. Pavei G, Cazzola D, La Torre A, Minetti AE. Race Walking Ground Reaction Forces at Increasing Speeds: A Comparison with Walking and

Running. *Symmetry-Basel*. 2019;11(7):11 p. DOI: 10.3390/sym11070873

47. Race Walking. A Guide to Judging and Organising. (A guide for judges, officials, coaches and athletes). International Association of Athletics Federations; 2016. 29 p.

48. Schiffer J. Race walking. *New studies in athletics*. 2008;23(4):7-15.

49. Taborri J, Palermo E, Rossi S. Automatic Detection of Faults in Race Walking: A Comparative Analysis of Machine-Learning Algorithms Fed with Inertial Sensor Data. *Sensors*. 2019;19(6):19 p. DOI: 10.3390/s19061461

Надійшла 12.11.2021

#### ІНФОРМАЦІЯ ПРО АВТОРІВ

**Бобровник Володимир Ілліч** <https://orcid.org/0000-0003-1254-4905>, E-mail: bobrovnik2@ukr.net

**Совенко Сергій Петрович** <https://orcid.org/0000-0001-9996-4712>, E-mail: sovenkos@ukr.net

Національний університет фізичного виховання і спорту України,  
вул. Фізкультури 1, м. Київ, 03150, Україна

#### INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Bobrovnyk Volodymyr** <https://orcid.org/0000-0003-1254-4905>, E-mail: bobrovnik2@ukr.net

**Sovenko Serhii** <https://orcid.org/0000-0001-9996-4712>, E-mail: sovenkos@ukr.net

National University of Ukraine on Physical Education and Sport  
Fizkul'tury str. 1, Kyiv, 03150, Ukraine