



ПЕДАГОГІЧНА АКАДЕМІЯ:
НАУКОВІ ЗАПИСКИ

ФІЗИЧНА ОСВІТА І СПОРТ

УДК 796.01:797.2

DOI <https://doi.org/10.5281/zenodo.14740604>

Порівняльний аналіз технічних і біомеханічних основ легкої атлетики та плавання

Сергієнко Володимир Миколайович

Доктор наук з фізичного виховання і спорту, професор кафедри фізичного виховання і спорту Сумського державного університету, 40007, м. Суми, вул. Харківська, 116, Україна, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5310-4346>

Стасюк Роман Миколайович

Кандидат наук з фізичного виховання і спорту, доцент кафедри фізичного виховання і спорту Сумського державного університету, 40007, м. Суми, вул. Харківська, 116, Україна, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6357-6515>

Прийнято: 06.01.2025 | Опубліковано: 19.01.2025

Анотація. Представлено аналіз технічних і біомеханічних аспектів виконання рухових дій у легкій атлетиці та плаванні. Здійснено порівняння основних характеристик, що впливають на ефективність рухових дій, зокрема навколишнє середовище, біомеханіка м'язових груп, енергозатрати. **Мета:** виявити загальні та специфічні ознаки технічних і біомеханічних основ легкої атлетики та плавання для розробки ефективних підходів вдосконалення технічної майстерності спортсменів. **Методи.** Теоретичний аналіз та узагальнення даних спеціальної науково-методичної літератури,



мережа Інтернет. **Результати** дослідження засвідчили, що біомеханічна структура рухів у плаванні та легкій атлетиці залежить від специфіки середовища (вода або тверда поверхня), а також від домінуючих рухових якостей: витривалості, координації, сили та швидкості. Для плавання характерне виконання циклічних рухів у горизонтальному положенні, що забезпечуються узгодженістю рухових дій верхніх і нижніх кінцівок у взаємодії з водним опором. У легкій атлетиці переважають вертикальні та горизонтальні зусилля, що дозволяють створювати максимальну потужність під час руху на твердій поверхні. Основними біомеханічними показниками в плаванні стає ефективність гребкових рухів, баланс тіла та економічність зусиль, що визначаються м'язовою координацією рухів.

Висновки. Порівняльна характеристика технічних і біомеханічних основ легкої атлетики та плавання виявила суттєві відмінності у вимогах до фізичної та технічної підготовленості спортсменів, що потребує раціональних підходів до тренувального процесу. У плаванні основним стає подолання водного опору, що вимагає м'язової координації та її синхронізації, тоді як у легкій атлетиці важливими стає розвиток вибухової сили, швидкості та стабільності ритму рухових дій.

Ключові слова: плавання, легка атлетика, біомеханіка, тренувальний процес, фізична підготовка, технічна підготовка, рухові дії, рухові якості, параметри техніки рухів.



ПЕДАГОГІЧНА АКАДЕМІЯ:
НАУКОВІ ЗАПИСКИ

Comparative analysis of the technical and biomechanical foundations of swimming and athletics

Sergienko Volodymyr Mykolayovych

Doctor of Sciences in Physical Education and Sports, Professor of the Department of Physical Education and Sports, Sumy State University, 40007, Sumy, Kharkivska St., 116, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5310-4346>

Stasiuk Roman Mykolayovych

Candidate of Sciences in Physical Education and Sports, Associate Professor of the Department of Physical Education and Sports of Sumy State University, 40007, Sumy, st. Kharkivska, 116, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6357-6515>

***Annotation.** The analysis of technical and biomechanical aspects of motor actions in athletics and swimming is presented. A comparison of key characteristics influencing the effectiveness of motor actions, including environmental factors, biomechanics of muscle groups, and energy expenditures, was conducted. **Aim:** to identify the general and specific features of the technical and biomechanical foundations of athletics and swimming to develop effective approaches to improve athletes' technical skills. **Methods:** theoretical analysis and synthesis of data from specialized scientific and methodological literature, and Internet resources. **Results of the research** showed that the biomechanical structure of movements in swimming and athletics depends on the specificity of the environment (water or solid surface) and the dominant motor qualities: endurance, coordination, strength, and speed. Swimming is characterized by cyclical movements performed in a horizontal position, ensured by the coordination of the*



*upper and lower limbs' motor actions interacting with water resistance. In athletics, vertical and horizontal efforts prevail, allowing maximum power generation during movement on a solid surface. The main biomechanical indicators in swimming are the efficiency of stroke movements, body balance, and effort economy, determined by muscle coordination. **Conclusions:** the comparative analysis of the technical and biomechanical foundations of athletics and swimming revealed significant differences in the physical and technical preparedness requirements of athletes, necessitating rational approaches to the training process. In swimming, overcoming water resistance is key, requiring muscle coordination and synchronization, whereas in athletics, the development of explosive strength, speed, and rhythm stability of motor actions is crucial.*

***Keywords:** swimming, athletics, biomechanics, training process, physical preparation, technical preparation, motor actions, motor qualities, technical movement parameters.*

Постановка проблеми. Вдосконалення технічної підготовки спортсменів виступає ключовою у різних видах спорту, зокрема у легкій атлетиці та плаванні, що мають високі вимоги до координації рухів, раціонального використання біомеханічних законів та адаптації до специфічних умов спортивної діяльності. Однак мусимо констатувати, що попри очевидну важливість прогресу науково-методичного забезпечення, значна частина тренерів і спортсменів стикається з викликами, пов'язаними з недостатнім розумінням біомеханічних основ, що знижує ефективність тренувального процесу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Особливості технічної підготовленості, її загальнотеоретичні та методичні засади досліджено у таких наукових розвідках [1; 3; 4; 10; 14; 15], де представлені різні аспекти



визначення техніки рухів з урахуванням кінематичних і динамічних характеристик кожного виду спорту. Зокрема, у легкій атлетиці акцент робиться на стартовій швидкості, траєкторії руху кінцівок, силових показниках і стабільності бігового ритму [2; 5; 7; 11; 12; 13], водночас у плаванні увага зосереджується на зниженні опору води, оптимізації положення тіла, координації дихання з гребковими рухами та їх ритмічністю [6; 8; 9]. Визначення технічних і біомеханічних особливостей у цих видах спорту набуває особливого значення через схожість їх мети - досягнення максимальної швидкості або ефективності рухів за суттєвих відмінностей в умовах виконання (вода або суходіл), натомість, у плаванні рухові дії здійснюється у середовищі з високою щільністю, що вимагає подолання опору води, тоді як у легкій атлетиці основними перешкодами – сила тяжіння та аеродинамічний опір. Однак, у сучасному науковому дискурсі залишається потреба подальшого дослідження особливостей раціональних параметрів рухових дій спортсменів, які призводять до високих спортивних результатів.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Необхідно наголосити, що існують значні прогалини в систематизації знань про взаємозв'язок технічної підготовки та біомеханічних характеристик рухових дій у легкій атлетиці та плаванні. Більшість наукових розробок зосереджуються на окремих напрямках, таких як визначення кінематики рухових елементів, енергоефективності чи координації рухових дій, проте комплексні порівняльні дослідження залишаються недостатньо висвітлені. Саме тому наше дослідження спрямоване на інтеграцію знань із біомеханіки, анатомії та спортивної фізіології, що дозволить структурувати наявні дані та доповнити існуючі підходи. Особистий внесок полягає у створенні цілісної методології порівняльного аналізу рухових дій у плаванні та легкій атлетиці,



яка дасть змогу вдосконалити навчально-тренувальний процес і сприяти досягненню високих спортивних результатів.

Мета дослідження – виявити загальні та специфічні ознаки технічних і біомеханічних основ легкої атлетики та плавання для розробки ефективних підходів вдосконалення технічної майстерності спортсменів.

Виклад основного матеріалу дослідження. Легка атлетика відзначається багатогранністю технічних і біомеханічних характеристик, які залежать від специфіки дисциплін. Основна увага зосереджена на роботі м'язів нижніх кінцівок, координації рухів і раціональному розподілі енерговитрат. У спринті ключовими чинниками ефективності стає вибухова сила, частота рухів і техніка старту. Під час бігу на короткі дистанції (100 м) спортсмен виконує близько 45–50 кроків за 10–11 с. Аналіз біомеханічних характеристик показує, що під час фази старту важлива робота сідничних м'язів і квадрицепсів, які забезпечують потужний поштовх, також на дистанції домінує чергування фаз польоту і контакту з поверхнею, де мінімізація часу контакту стає критичною. Оптимальна частота кроків становить близько 4,5–5 крок./с, а їхня довжина залежить від антропометричних показників і сили м'язів ступній ніг, крім того, робота рук сприяє збереженню рівноваги та зменшенню енерговитрат. Біг на середні дистанції (800–1500 м) потребує балансу між швидкістю та витривалістю, тут важлива економічність рухів і стабільність темпу. На дистанції 800 м середній темп становить 2,5–3 м./с, водночас біомеханічний аналіз фіксує, що у фазі поштовху в основному виконують литкові м'язи і квадрицепси, тоді як м'язи черевного преса і спини забезпечують стабілізацію положення тулуба. Відповідно, раціональне дихання також важливий елемент, де ефективний газообмін дозволяє підтримувати оптимальний рівень аеробної продуктивності, зменшуючи накопичення лактату в м'язах.



У стрибках (висота, довжина) основна увага зосереджується на вибуховій силі та координації рухової діяльності. У фазі розбігу необхідно досягти максимальної швидкості, що забезпечує кінетичну енергію для поштовху, в стрибках у довжину середня швидкість розбігу спортсмена може досягати 9–10 м./с. У фазі поштовху критичним стає залучення сідничних м'язів, квадрицепсів і литкових м'язів для створення вертикальної та горизонтальної складових руху. Під час польоту важливу роль також відіграє техніка рухів рук і ніг, яка впливає на стабільність і результативність стрибка. Аналіз технічних і біомеханічних параметрів із легкої атлетики демонструє, що успішність залежить і від раціональної узгодженості м'язів нижніх і верхніх кінцівок, оптимальної траєкторії рухів і ефективного використання функціональних можливостей. Майже всі легкоатлетичні дисципліни вимагають високого рівня технічної досконалості, що передбачає спортсменам за знижених енерговитратах досягати максимальних результатів. Легкоатлетичні дисципліни, особливо спринт, біг на середні дистанції та стрибки, характеризують домінування м'язів нижніх кінцівок і вибухової сили. У спринті вирішальна частота кроків (4,5–5 с) і мінімізація часу контакту з поверхнею, а біг на середні дистанції вимагає витривалості й ефективного дихання для підтримки темпу (2,5–3 м./с). У стрибках акцент зроблено на координації рухів і вибуховій силі, яка дозволяє досягти максимальної висоти або довжини за середньої швидкості розбігу 9–10 м./с.

У плаванні, незалежно від стилю (кроль, брас, батерфляй), ключовий момент – взаємодія м'язів верхньої частини тіла, які відповідають за створення поступального руху, та нижніх кінцівок, які забезпечують їх стабілізацію. Основним викликом стає подолання водного опору, що потребує раціональної синхронізації рухів і мінімізації зайвих коливань. У



ПЕДАГОГІЧНА АКАДЕМІЯ: НАУКОВІ ЗАПИСКИ

вільному стилі основна енергія спрямовується на гребкові рухи, у брасі – на гармонійну роботу рук і ніг, натомість стиль батерфляй характеризується найвищими вимогами до силових можливостей та координації рухів через його значну енергоємність. Водночас цикл рухів у плавців триває у межах 1,5–2,2 с, залежно від стилю, а частота рухів коливається від 50 до 70 цикл./хв., для спортсменів високого рівня. У стилі кроль на грудях головним рушієм відіграють м'язи плечового поясу та спини, які забезпечують 65–70% загальних енерговитрат під час гребків. Руки виконують потужні гребкові рухи, тоді як ноги стабілізують положення тіла, запобігаючи коливанням, також біомеханічний аналіз говорить, що ефективність стилю кроль на грудях залежить від довжини і частоти циклів гребка, в якому оптимальний темп складає близько 60–70 цикл./хв., для кваліфікованих спортсменів. Положення тіла у воді також впливає на зменшення фронтального опору, що дозволяє за знижених енерговитратах досягати максимальної швидкості. Стиль брас відрізняється своєю унікальною технікою, яка вимагає синхронізованої роботи рук і ніг, під час гребка руками основне зусилля зосереджене на м'язах грудей і передпліччя, тоді як поштовх ногами забезпечується м'язами стегон і гомілок. Біомеханічний аналіз вправ засвідчує, до 50% руху вперед забезпечується ногами, що робить цей стиль особливо залежним від технічної досконалості. Високий рівень координації рухових дій дозволяє досягати плавності циклу, тривалість якого становить 1,6–2,2 с. Батерфляй – найбільш енергозатратний стиль, через вимоги до високого рівня силових якостей та координації рухових дій. Основну роль у створенні поступального руху відіграють м'язи спини, плечей та черевного пресу. У фазі гребка дві руки одночасно виконують потужний рух, тоді як тулуб і ноги забезпечують динамічний «хвильовий рух», що сприяє подоланню гідродинамічного опору води. Цикл



рухів у батерфляї триває 1,5–2 с, а оптимальна частота становить близько 50–60 цикл./хв., така висока частота рухів пов'язана з необхідністю підтримання швидкості і стабільності пересування на воді. Загалом аналіз технічних і біомеханічних характеристик плавання демонструє, що ключовим аспектом ефективності стає оптимізація рухів для подолання водного опору через раціональну взаємодію м'язів-антагоністів, траєкторії рухових дій, а також розподілом навантаження між різними частинами тіла. Основні відмінності між легкою атлетикою та плаванням полягають у характері навантаження та механізму рухових дій (табл. 1).

Таблиця 1

Порівняльна таблиця технічних і біомеханічних характеристик легкої атлети та плавання

| Характеристика | Легка атлетика | Плавання |
|------------------------------|--|---|
| Середовище виконання | Сухопутне, подолання гравітаційного опору | Водне, подолання гідродинамічного опору |
| Домінуючий тип рухових дій | Лінійні циклічні рухи | Комбінація циклічних та хвильових рухів |
| Ключові аспекти ефективності | Вибухова сила, частота кроків, мінімізація часу контакту з поверхнею | Синхронізація рухових дій, мінімізація фронтального опору |
| Частота циклів | Спринт: 4,5–5 крок./с | Плавання: 50–70 цикл./хв., залежно від стилю |
| Тип опору | Гравітаційний | Гідродинамічний |
| Довжина циклу руху | Залежить від дистанції та антропометрії | 1,5–2,2 с, залежно від стилю |

Джерело: власна розробка авторів

Порівняльний аналіз свідчить, що у плаванні більше значення має синхронізація рухів усього тіла, тоді як у легкій атлетиці пріоритетом виступає вибухова сила та частота рухів. Така відмінність підтверджує



успішність у кожному виді спорту залежно від специфічної адаптації біомеханічних і функціональних властивостей спортсменів у різних умовах середовища і виду діяльності. З цього приводу показовим стає, що у плаванні основний бар'єр – гідродинамічний опір, який потребує збалансованої роботи всіх м'язових груп, відповідно в легкій атлетиці головна спрямованість – подолання гравітаційного опору, де групи м'язів нижніх кінцівок відіграють ключову роль.

Висновки. Порівняльна характеристика технічних і біомеханічних основ легкої атлетики та плавання виявила суттєві відмінності у вимогах до рухової і технічної підготовленості спортсменів, що потребує специфічних підходів до тренувального процесу. У плаванні основним стає подолання водного опору, що вимагає м'язової координації та її синхронізації, тоді як у легкій атлетиці важливий розвиток вибухової сили, швидкості і стабільності ритму рухових дій. Різні технічні характеристики та вимоги впливають на фізіологічні можливості організму спортсменів, що зумовлює різні тренувальні підходи: в плаванні акцент на витривалість і раціональну техніку рухів, у легкій атлетиці – розвиток силових, швидкісних і координаційних якостей.

Список використаних джерел

1. Адашевський В. М., Дружинін Є. І., Лавінський Д. В. Особливості чисельного моделювання при аналізі біомеханіки різноманітних спортивних дій. *Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я (MicroCAD-2024)*. XXXII Міжнародна наук.-практ. конф. Харків : ХПІ. 2024. С. 439.

2. Вовченко І. І., Гедзюк Д. О., Стягов Б. В., Руденко О. М. Оцінка фізичної підготовленості легкоатлетів-спринтерів. *Спортивна наука – 2022* :



VII Всеукраїнська наук.-практ. інтернет-конф. Житомир : ЖДУ імені І. Франка, 2022. С. 11–17.

3. Гамалій В. Біомеханічні аспекти раціоналізації процесу навчання рухів у процесі технічної підготовки спортсменів. *Теорія і методика фізичного виховання і спорту*. 2020. № 2. С. 36–41.

4. Гах Р. В., Чорненький А. І., Циквас Р. С. Інтеграція інновацій у систему спортивної підготовки: аналіз українського досвіду та світових тенденцій. *Науковий часопис Українського державного університету імені Михайла Драгоманова. Серія 15. Науково-педагогічні проблеми фізичної культури (фізична культура і спорт)* : зб. наук. праць. 2024. Вип. 8 (181). С. 54–60.

5. Гузар В. М., Стрикаленко Є. А., Шалар О. Г., Андрєєва Р. І. Ефективність використання допоміжного обладнання в швидко-силовій підготовці легкоатлетів. *Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. Серія 15. Науково-педагогічні проблеми фізичної культури (фізична культура і спорт)* : зб. наук. праць. 2022. Вип. 1 (145). С. 39–43.

6. Лавінський Д. В., Адашевський В. М., Дружинін Є. І. Комп'ютерний та обчислювальний аналіз біомеханіки плавання. *Наука і техніка сьогодні (Серія «Педагогіка», Серія «Право», Серія «Економіка», Серія «Фізико-математичні науки», Серія «Техніка»)*. Київ, 2023. Вип. 2(16). С. 360–372.

7. Полулященко Т. Л., Павлов Р. Г. Особливості структури багаторічного тренування легкоатлетів із бігу на короткі дистанції. *Вісник Луганського національного університету імені Тараса Шевченка. Серія: Педагогічні науки*. 2023. № 1 (355). С. 147–153.

8. Силантьєв Д. О., Симонік А. В., Пономарьов В. О. Удосконалення техніки плавання на етапі попередньої підготовки. *Physical Education and Sports*. 2024. № 1. Р. 302–307.

9. Янович І. В., Полулященко Т. Л., Шинкарьов С. І. Напрямки



вдосконалення техніки плавання способом кроль на грудях. *Informational, modern and recent theories of development*. The XXI International Scientific and Practical Conference (May 29–31, Madrid, Spain). 2023. P. 242–245.

10. Ardha M. A., Nurhasan Supriyanto C., Bikalawan S. S., Yang C. B., Putro A. B., & Bimantoro A. P. Analyzing Sports Biomechanics of Hurdling Training: A Systematic Review. *Physical Education Theory and Methodology*, 2024. Vol. 24, Num. 5. P. 842–851.

11. Clark K. P. Determinants of Top Speed Sprinting: Minimum Requirements for Maximum Velocity. *Applied Sciences*, 2022. №12. 8289.

12. Dhita Permatasari, Tomoliyus Awan Hariono, Trisnar Adi Prabowo. Effect of Weight Training on Increasing 100 Meter Running Speed in Sprinter Athletes Based on Gender. *J Adv Sport Phys Edu*, 2024. Vol. 7(1). P. 1–6.

13. Eizaga Rebollar R., & García Palacios M.V. Masters sprinters: Less is more. *Scientific Journal of Sport and Performance*, 2023. Vol. 2(3). P. 272–288.

14. Oeveren B. T., Ruiters C. J., Beek P. J., Dieën J. H. The biomechanics of running and running styles: a synthesis. *Sports Biomechanics*, 2021. №4. P. 1–39.

15. Yendrizaral Kiram Y., Yenes R., Komaini A., Ihsan N., & Mario D. T. Effect of weight training and motor skills on muscle strength: A factorial experimental design. *Journal of Physical Education and Sport*, 2023. Vol. 6. P. 1416–1424.