riznykh verstv naselennia, 126–141.

7. Otravenko, O. (2020). Formuvannia motyvatsii zdobuvachiv povnoi zahal'noi serednoi osvity do zaniat' krosfitom. In Aktual'ni problemy fizychnoho vykhovannia riznykh verstv naselennia. Kharkiv: KhDAFK, pp. 132–138.

8. Pylypchak, I., Loiko, O., & Rymar, O. (2019). Krosfit yak zasib udoskonalennia fizychnoi pidhotovky kursantiv viiskovykh zakladiv vyshchoi osvity u pol'ovykh umovakh. In Y. Prystupa (Ed.), Mola sportyvna nauka Ukrainy: zbirnyk tez dopovidei (Vol. 2, pp. 56–58). Lviv.

9. Pylypchak, I., Loiko, O., Rymar, O., & Hulovatyi, V. (2020). Udoskonalennia fizychnoi pidhotovlenosti kursantiv viiskovykh zakladiv vyshchoi osvity zasobamy krosfitu v protsesi sportyvno-masovoi roboty. Mola sportyvna nauka Ukrainy: zbirnyk tez dopovidei, 2, 58–59.

10. Yahodzinskyi, V. P. (2020). Metodyka rozvytku fizychnykh yakostei kursantiv-desantnykiv zasobamy krosfitu u protsesi fizychnoho vykhovannia [Dissertation]. Kyiv.

11. Barbieri, J. F., Correia, R. F., Castaño, L. A. A., Brasil, D. V. C., & Ribeiro, A. N. (2017). Comparative and correlational analysis of the performance from 2016 CrossFit Games high-level athletes. *Manual Therapy, Posturology & Rehabilitation Journal*, 1–4. https://doi.org/10.17784/mtprehabjournal.2017.15.521

12. CrossFit Games 2024 Competition Rulebook. (2024). Retrieved from https://www.crossfit.com/wp-content/uploads/2023/01/21114340/2024_CrossFitGames_Rulebook_V6.pdf

13. Fisker, F. Y., Kildegaard, S., Thygesen, M., Grosen, K., & Pfeiffer-Jensen, M. (2016). Acute tendon changes in intense CrossFit workout: An observational cohort study. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports.* https://doi.org/10.1111/sms.12781

14. Glassman, G. (2002). What is fitness. *CrossFit Journal*, 3, 1–11.

15. Jones, K. R. (2023). The effects of CrossFit on body composition and anthropometric parameters in college students. *European Journal of Applied Physiology*, 123(7), 1453–1461.

16. Milanović, Z., Sporiš, G., & Weston, M. (2015). Effectiveness of high-intensity interval training (HIIT) and continuous endurance training for VO_2max improvements: A systematic review and meta-analysis of controlled trials. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 45(10), 1469–1481.

17. Smith, A. (2021). The impact of high-intensity interval training on cardiovascular health. *Journal of Sport and Health Science*, 10(3), 280–288. https://doi.org/10.1016/j.jshs.2020.08.006

18. Teetor, P. (2014). The story of how CrossFit went from zero to 10,000 locations. *LA Weekly*. Retrieved from http://www.laweekly.com/arts/the-story-of-how-crossfit-went-from-zero-to-10-000-locations-5005604

19. Weisenthal, B. M., Beck, C. A., Maloney, M. D., DeHaven, K. E., & Giordano, B. D. (2014). Injury rate and patterns among CrossFit athletes. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 2(4), 2325967114531177. https://doi.org/10.1177/2325967114531177

DOI: https://doi.org/10.31392/UDU-nc.series15.2025.11(198).36
УДК 796.012.1:004

Рибак О. Ю.
доктор наук з фізичного виховання і спорту, професор,
професор кафедри водних та неолімпійських видів спорту,
Львівський державний університет фізичної культури імені Івана Боберського, м. Львів
https://orcid.org/0009-0004-9370-0686
Ільків О.С.
кандидат педагогічних наук, доцент,
доцент кафедри інформатики, кінезіології та кіберспорту,
Львівський державний університет фізичної культури імені Івана Боберського, м. Львів
https://orcid.org/0000-0003-0864-4794
Завацька Л. А.
кандидат педедагогічних наук, доцент,
професор кафедри ТМФВ та АФК,
Міжнародний економіко-гуманітарний університет імені акад. Степана Дем'янчука, м. Рівне,
https://orcid.org/0000-0001-5550-8248
Рибак Л. І.
кандидат з фізичного виховання і спорту, доцент,
доцент кафедри інформатики, кінезіології та кіберспорту,
Львівський державний університет фізичної культури імені Івана Боберського, м. Львів
https://orcid.org/0000-0002-1429-6418
Матвіїв В.І.
викладач кафедри інформатики, кінезіології та кіберспорту,
Львівський державний університет фізичної культури імені Івана Боберського, м. Львів
https://orcid.org/0000-0001-9418-0388

ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРИ ВИКЛАДАННІ БІОМЕХАНІКИ

У статті розглядається використання інформаційно-цифрових технологій (ІЦТ) при викладанні біомеханіки студентам ЗВО різного фахового спрямування, як потужного інструменту для кількісного і якісного

аналізу рухової діяльності людини у виробничій, військовій, медичній, спортивній, рекреаційній, побутовій та інших сферах. Тому пошук шляхів застосування у цьому процесі таких перспективних ІЦТ, як відеоаналіз, 3D-моделювання та інтеграція сенсорних даних, є важливим науково-практичним завданням. Оцінювання ефективності й удосконалення рухової діяльності людини ґрунтується на порівнянні її біомеханічних параметрів з обраними нормами, зразками чи еталонами. На прикладі лабораторної роботи з біомеханіки показано алгоритм визначення кінематичних і динамічних параметрів рухової дії шляхом застосування сучасних ІЦТ.

У висновку узагальнено роль застосування сучасних ІЦТ у підвищенні ефективності формування готовності студентів ЗВО галузі фізичної культури і спорту до їх майбутньої фахової діяльності й окреслено перспективи упровадження ІЦТ при викладанні біомеханіки, ергономіки та інших професійно-орієнтованих дисциплін у навчальний процес студентів медичних, інженерних, педагогічних, військових та інших спеціальностей.

Ключові слова: *викладання біомеханіки, інформаційно-цифрові технології, біомеханічний аналіз, рухова діяльність людини, відеоаналіз.*

Rybak Oleh, Ilkiv Oksana, Zavatska Lidiya, Rybak Liudmyla, Matviyiv Vasyl. Use of information and digital technologies in teaching biomechanics.

The article considers the use of information and digital technologies (IDT) in teaching biomechanics as a powerful tool for quantitative and qualitative analysis of human motor activity in industrial, military, medical, sports, recreational, household and other areas to students of higher educational institutions of various professional directions. Based on the analysis and generalization of the latest research and publications of leading Ukrainian and foreign scientists, it was found that for effective biomechanical and ergonomic analysis of human motor activity, such IDT methods as video analysis, 3D-modeling and integration of sensory data are the most promising today. Therefore, in the context of modern requirements for objectivity and accuracy of the results of biomechanical analysis of motor actions, the search for ways to apply IDT in this process is an important scientific and practical task. It is known that the evaluation of any process is based on comparing its specific parameters with the characteristics of the selected sample, and improvement is based on eliminating the identified differences. Improving human motor activity also consists in comparing its biomechanical parameters with selected norms, samples or standards. The example of laboratory work on biomechanics demonstrates the use of a kinogram of motor actions to obtain detailed kinematic and dynamic parameters of the selected motor task, which is not possible when using only traditional methods.

The conclusion summarizes that the use of modern IDT in the biomechanical analysis of human motor activity not only increases the effectiveness of the formation of readiness of students of higher educational institutions in the field of physical culture and sports for their future professional activities in the health, sports and training, physiotherapy, rehabilitation and recreational areas, but also expands the prospects for further scientific research. In particular, this applies to both the introduction of IDT in teaching professionally oriented disciplines, and the dissemination of positive experience in the use of IDT in the analysis of human motor activity in the study of biomechanics and ergonomics by students of medical, engineering, pedagogical, military and other specialties.

Keywords: *teaching biomechanics, information and digital technologies, biomechanical analysis, human motor activity, video analysis.*

Актуальність теми. Навчальна дисципліна біомеханіка спрямована на формування у здобувачів освіти теоретичних знань і практичних навичок біомеханічного аналізу рухової діяльності людини з метою оцінювання ефективності прикладених сил для досягнення її мети [5]. Вона, як розділ біофізики, охоплює вивчення законів механічного руху в живих системах. Навчальна програма передбачає засвоєння студентами теоретичних знань про завдання і методи біомеханіки, біомеханічні характеристики, біомеханічні аспекти м'язового скорочення і рухових якостей, а також моделювання живих систем, закономірностей техніки й тактики рухових дій та їхнього впливу на організм, особливостей розвитку опорно-рухового апарату людини під дією фізичних навантажень, міцності усього тіла людини загалом та окремих його елементів зокрема та ін. Більша частина практичних занять з біомеханіки передбачають засвоєння студентами методів об'єктивного біомеханічного аналізу рухової діяльності людини, починаючи з її відеореєстрації, розкадрування та оцифрування отриманої інформації, і закінчуючи розрахунком відповідних кінематичних і динамічних параметрів (траєкторій, лінійних і кутових швидкостей та прискорень, координат центрів мас і моментів інерції тіла та його частин тощо), з метою їх порівняння з нормативними, зразковими чи еталонними характеристиками. Це забезпечує оволодіння здобувачами освіти сучасними підходами до формування техніко-тактичної майстерності, культури рухової діяльності, а також розвиває уміння аналізувати, обґрунтовувати й удосконалювати рухові дії. Важливим аспектом є також опанування методиками розробки індивідуальних раціональних моделей рухової діяльності з використанням ІЦТ з метою оптимізації процесів фізичного виховання, спортивного тренування, фізіотерапії, реабілітації, рекреації тощо.

Важливого значення при викладанні біомеханіки набуває також використання міжпредметних зв'язків [2]. На основі вивчення індивідуальних особливостей будови і функцій рухового апарату людини, а також її фізичного стану й рівня розвитку фізичних якостей здійснюється оцінювання і прогнозування спортивної майстерності. З урахуванням цього майбутні фахівці обґрунтовано добирають індивідуальні раціональні обсяги, зміст і методику застосування фізичних навантажень, а також варіанти раціональної техніки і тактики рухової діяльності. Це сприяє формуванню у студентів переконань, що застосування у практиці фізичного виховання і спорту, а також фізіотерапії, фізичної реабілітації та рекреації, біомеханічного аналізу ІЦТ дасть змогу об'єктивно оцінити ефективність конкретної рухової діяльності та методики індивідуального рухового удосконалення.

Розвиток сучасних інформаційних технологій розширює перспективи використання біомеханічного аналізу і контролю з опорою на ІЦТ, перетворивши біомеханіку з теоретичної дисципліни на науку, що відкриває можливості для отримання об'єктивних кількісних даних про техніку рухових дій і досягнутий рівень різних сторін фізичної підготовленості людини. Отримання точної та об'єктивної інформації про біомеханічні параметри рухової дії неможливе традиційними методами (наприклад, шляхом візуального спостереження чи за результатами різних тестів), що має важливе практичне значення для оцінювання, удосконалення й корекції рухової діяльності (зокрема у фізичному вихованні і спорті, фізичній терапії, ергономіці, протезуванні тощо).

Постановка проблеми. Традиційні методи оцінювання рухової діяльності, що ґрунтуються на візуальному спостереженні, є фрагментарними й суб'єктивними, так як не дають змоги виявити окремі деталі виконання фізичної вправи, що тривають дуже короткий час, а також порівняти їх з певними еталонами, які є в уяві конкретного спостерігача. Візуальне спостереження не дає можливості оцінити ні сили, що діють на суглоби й на зовнішнє середовище, ні динамічні чи ергономічні характеристики рухових дій [3; 14]. Це зумовлює потребу в об'єктивних інструментах, які б давали змогу проводити точний і детальний аналіз оптимізації рухової діяльності людини з метою підвищення її ефективності.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. За останні роки кількість досліджень, присвячених використанню ІЦТ у біомеханіці, значно зросла. У працях науковців [4; 7] розглядаються методи біомеханічного аналізу рухових дій людини за допомогою використання фото- та відеознімання та спеціального програмного забезпечення. Зокрема, у роботах [3; 7] увага зосереджена на застосуванні відеозніманні з різною кадровою частотою для аналізу суглобових кутів і швидкісно-силових параметрів. Дослідження фахівців [1] присвячені використанню програмного забезпечення, розробленого для біомеханічного аналізу, моніторингу фізичного стану, моделювання тренувань та створення індивідуальних програм у спорті та фітнесі. Науковці [6] проаналізували досвід застосування на практичних заняттях з біомеханіки для студентів польських закладів вищої освіти сучасних інструментальних методик біомеханічного аналізу і порівняли його з вітчизняним досвідом викладання біомеханіки.

У зарубіжних публікаціях, зокрема авторами [15; 16], також підкреслюється важливість використання кінематичних та динамічних моделей для оцінювання спортивної техніки. У сучасному біомеханічному аналізі техніки плавання також застосовують результати підводного і надводного відеознімання [8; 9; 12; 13].

Застосування більшістю фахівців розташованих та тілі людини маркерів (нанесених на нього контрастним маркером точок чи наклеювання світло-відбивальних елементів) з метою полегшення наступного оцифрування розкадрованого відеозапису створює і певні незручності. Так, маркерами позначають не проєкції центрів суглобів, у яких міняється поза людини, (при її деформації ділянки шкіри з нанесеними на них маркерами відчутно зміщуються відносно початкового положення), а точки на тілі, де під шкіру виходять кісткові елементи різних частин тіла, що змінюють своє розташування при виконанні рухових дій неістотно. Тому далі треба за їх координатами розраховувати координати центрів суглобів. Крім цього, нанесення маркерів вимагає попередньої згоди осіб, яких залучають до проведення дослідження. Нанесення маркерів створює їм певний психічний, а також фізичний (при наклеюванні на шкіру) дискомфорт, що впливає на природне виконання рухових завдань. Така процедура виключає можливість реєстрації рухових дій інших осіб, а також відеозапису спортивної, виробничої чи іншої діяльності в реальних умовах. Звичайно для визначення пози (взаємного розташування голови, тулуба, плечей, передпліч, кистей, стегон, гомілок і стоп) маркери наносять на різні анатомічні орієнтири. Наприклад, дослідники [10], метою яких було порівняння змін внутрішньо-циклової швидкості центра маси тіла спортсмена (ЦМТ) і фіксованих точок на стегнах у плаванні брасом, рухові дії плавців (як під, так і над поверхнею води) реєструвалися одночасно 8-ма нерухомими цифровими відеокамерами з частотою 50 Гц (чотири камери за допомогою перископа фіксували рух під водою, а чотири – над її поверхнею). Перед записом на шкірі кожного плавця чорним водостійким маркером було позначено 28 анатомічних орієнтирів, які відповідали таким точкам тіла: маківка, надгрудинна кісточка, нижтюфуднинна точка (xyphion – *рівень основи мечоподібного відростка на серединній лінії*), пупок, а також правий і лівий гоніони, акроміони (латеральні довгасті кінці остей лопаток), променеві кістки, зап'ястя, другі і п'яті п'ястно-фалангові суглоби, кінчики середніх пальців кистей, великі вертели, колінні суглоби, латеральні кісточки (зовнішні щиколотки), задні точки п'яток та кінчики перших пальців стоп. За їх переміщенням визначали розташування 16 сегментів тіла – голова, верхня, середня та нижня частини тулуба, праві і ліві плечі, передпліччя, кисті, стегна, гомілки і стопи. Далі за адаптованою моделлю інерційних параметрів сегментів тіла Заціорського та Селуянова було визначено координати X, Y та Z ЦМТ і їх похідні – швидкості руху. Для визначення координат і швидкостей руху стегон обрано середні точки правого і лівого великих вертлюгів. Середини другої і п'ятої п'ясткових кісток – зубчасті суглоби на правій і лівій руці – використовувалися для визначення меж окремих фаз циклу рук.

А згідно з рекомендаціями фахівців [11], для оцінювання робочого положення водія за кермом нахил шиї вперед від вертикалі оцінюють за лінією, що з'єднує верхній шийний (атланто-потиличний) і нижній шийний суглоби; положення ліктьових суглобів позиціонується за латеральними виростками плечових кісток; променево-зап'ясткових суглобів – за променевими та шилоподібними відростками; розташування передпліч – за головками третьої п'ясткової кісток; кульшових суглобів – за передніми верхніми клубовими остями та лобковим симфізом; колінних суглобів – за латеральними виростками стегнових кісток, а гомілковостопних – за латеральними кісточками (зовнішніми щиколотками).

Мета: Проаналізувати та систематизувати використання сучасних методів ІЦТ у викладанні біомеханіки, обґрунтувати їхню ефективність на практичних прикладах та окреслити перспективи подальших досліджень.

Завдання:

1. Продемонструвати і проаналізувати деякі ІЦТ, які застосовуються в біомеханіці (відеоаналіз, 3D-моделювання).
2. На конкретних прикладах показати використання ІЦТ для аналізу рухової діяльності людини.
3. Обґрунтувати переваги використання ІЦТ у викладанні студентам ВЗО різної фахової спрямованості біомеханіки, ергономіки та інших навчальних дисциплін, пов'язаних з аналізом рухової діяльності людини фізкультурно-оздоровчого, спортивного, фізіотерапевтичного, реабілітаційного, рекреаційного, виробничого, військового спрямування та іншими видами рухової діяльності людини.

Методи дослідження: аналіз наукової і методичної літератури, синтез інформації, порівняння різних підходів, а також демонстрація кейс-стаді використання програмного забезпечення.

Роль ІЦТ у вивченні біомеханіки. Ефективність освітнього процесу у значній мірі залежить від взаємозв'язку теоретичного та практичного навчання, а також від рівня активізації розумової діяльності студентів у здобутті та поглибленні знань. Досвід показує, що успішне засвоєння біомеханіки значно покращується завдяки використанню сучасних ІЦТ. Це дає змогу урізноманітнити навчальні заняття, візуалізувати складні біомеханічні процеси шляхом відеодемонстрації на екрані, що полегшує студентам опанувати матеріал. Наприклад, використання кінограм провідних спортсменів (легкоатлетів, плавців, представників спортивних ігор, єдиноборців, важкоатлетів тощо) дає змогу наочно продемонструвати техніку виконання рухових дій у різних видах спорту.

Залучення таких технологій сприяє ефективній організації як аудиторної, так і позааудиторної роботи, інтегруючи їх у єдину систему професійної підготовки. Це так само сприяє формуванню глибоких знань, розвитку творчого мислення, позитивного ставлення до навчального процесу й стимулюванню самостійності та активності студентів. На якість професійної підготовки, як показує наш досвід, позитивно впливає практика здійснення здобувачами освіти відеозаписів виконання реальних рухових завдань, їх аналізу і порівняння отриманих результатів з наявними відеоматеріалами виступів провідних спортсменів, професійною діяльністю висококваліфікованих фахівців чи з фізіотерапевтичними руховими процедурами у процесі відновлення тощо.

Особливо важливим є застосування ІЦТ у процесі біомеханічного контролю під час діагностики (оцінювання рівня розвитку) силових і швидкісних якостей, витривалості, гнучкості чи спритності. Це дає змогу аналізувати динаміку розвитку різних біомеханічних показників і визначати оптимальні методичні підходи для їх удосконалення.

Використання ІЦТ у процесі біомеханічного й ергономічного аналізу і контролю для вдосконалення й оптимізації рухової діяльності полягає у детальному аналізі рухових дій [3; 5; 6], який неможливо здійснити візуально. Для кількісного оцінювання ефективності рухової діяльності передбачається її об'єктивна відеореєстрація, розкадрування відеозапису та його оцифрування (укладання таблиці координат), розрахунок низки біомеханічних показників рухових дій, побудову графіків тощо. Це все можна зробити використовуючи електронні таблиці MS Excel [2].

Під час занять студенти виконують розрахунки математично-статистичного характеру, що допомагає їм розвивати логічне мислення, точність, організованість і навички роботи з комп'ютером.

Використання електронних таблиць дає змогу:

- спростити виконання складних розрахунків і звільнити студентів від рутинних обчислень;
- закріпити алгоритм розв'язання задачі та сформувати уміння застосовувати спеціалізовані інструменти програмного забезпечення;
- інтегрувати персональний комп'ютер у процес виконання лабораторних, курсових і дипломних робіт, а також у проведення науково-дослідницької діяльності та аналізу її результатів.

Як приклад, розглянемо, як ІЦТ допомагають оцінити техніку спортсмена, що виконує стрибок у довжину з місця. Завдяки використанню відеоаналізу та спеціалізованого програмного забезпечення [1; 5; 12] отримують точні кількісні дані, що дають змогу проаналізувати техніку виконання стрибка, обґрунтувати умови досягнення найкращого результату й уникнути помилок і критичних поз, що призводять до травм.

Для цього студентам треба отримати та обробити необхідні дані: за допомогою швидкісної відеокамери зафіксувати стрибок спортсмена; далі знятий відеоматеріал імпортують у програму для біомеханічного аналізу, наприклад, Kinovea або Dartfish. У програмі виконується наступне:

- калібрування: задається реальний масштаб (наприклад, довжина планки чи відмітка на стіні), що дає змогу перевести пікселі в реальні метри;

оцифрування: вручну або автоматично відстежуються ключові точки на тілі спортсмена (суглоби, центр маси) у кожному кадрі відео, що дає змогу отримати числові дані про положення цих точок у просторі.

Студенти проводять розрахунки та аналіз: на основі отриманих координат програма автоматично розраховує такі біомеханічні параметри, як:

- кутову швидкість: Розраховується кутова швидкість згинання колінного суглоба під час відштовхування, що є ключовим показником потужності стрибка за формулою:
- $\omega = \Delta\theta / \Delta t$, де ω – кутова швидкість,
- $\Delta\theta$ – зміна кута,
- Δt – зміна часу.
- Для кращого розуміння результатів аналізу використовуються графіки та таблиці. Студенти будують таблицю і графік за даними траєкторії руху ЦМТ; аналіз цього графіка дає змогу визначити оптимальний кут відштовхування та висоту підйому ЦМТ [3;5; 6];

- графік "Висота ЦМТ – час": демонструє залежність висоти ЦМТ від часу. Це дозволяє визначити максимальну висоту, якої досягає спортсмен;
- графік "Кут в суглобі": Відображає, як змінюється кут, наприклад, колінного суглоба протягом усього стрибка, що допомагає виявити технічні помилки;
- таблиця даних: Містить числові значення всіх розрахованих параметрів для кожного кадра (наприклад, координати суглобів, швидкість, прискорення).
- Продемонструємо ще приклад, як студенти проводять аналіз бігу:
- відеознімання: за допомогою швидкісної відеокамери фіксується біг спортсмена;
- калібрування: у програмі задається масштаб, щоб об'єкти на розкадрованому відеозаписі відповідали реальним розмірам;
- оцифрування: визначаються ключові точки на тілі спортсмена (суглоби, центр маси) [3; 5; 6; 13; 14], а програма автоматично відстежує їхнє переміщення;
- аналіз даних: програма обчислює такі параметри, як:
- кути в суглобах: кут згинання коліна під час приземлення;
- швидкість і прискорення: швидкість руху кінцівок та її зміну;
- траєкторія руху: шлях, який проходить ЦМТ та центри мас його частин.
- Наведемо приклад виконання лабораторної роботи з «Біомеханіки» [5] на тему: «Укладання таблиці координат розрахункових точок за кінограмою».
- Мета роботи: навчитися оцифровувати кінограми рухових дій.
- Завдання: укласти таблицю координат розрахункових точок за кінограмою фізичної вправи та побудувати за нею біокінематичну схему.
- Порядок виконання роботи:
- 1. Отримати у викладача і вклеїти в зошит кінограму фізичної вправи з чотирьох кадрів (показано на прикладі кінограми фрагменту фізичної вправи «Стрибок у довжину з місця»), рис. 1:



Рис. 1. Кінограма фізичної вправи «стрибок у довжину з місця»

2. Погодити з викладачем вибір необхідних розрахункових точок на тілі спортсмена і на його спорядженні.

Розрахункові точки – це точки на тілі людини і на спорядженні, вивчення руху яких дає змогу оцінити техніку [5; 6]. У таблицях координат ці точки позначаються латинськими буквами (перші букви латинських назв відповідних частин тіла):

g_c – центр маси голови;
b – центр плечового суглоба;
a – центр ліктьового суглоба;
m – центр променево-зап'ясткового суглоба;
g_m – центр маси кисті;
f – центр кульшового суглоба;

s – центр колінного суглоба;
p – центр гомілковостопного суглоба;
g_p – центр маси стопи.
M – центр м'яча (наприклад)

Складного перерахунку координат точок на тілі, які в процесі зміни пози не міняють свого положення, у координати центрів суглобів і центрів мас можна уникнути, проставляючи на обраних стоп-кадрах розкадрованої відеограми положення проекцій потрібних суглобів і центрів мас окремих частин тіла, виходячи з його анатомічної будови. Отриманої при цьому точності визначення координат потрібних для розрахунку точок зазвичай достатньо для проведення оперативного біомеханічного аналізу – розрахунку необхідних для порівняння з еталонними параметрів зафіксованої відеокамерою рухової дії.

3. Нанести на кожен кадр кінограми положення усіх розрахункових точок (показано фрагмент 3-го знімка), рис. 2:



Рис. 2. Третій знімок кінограми фізичної вправи «стрибок у довжину з місця» з нанесеними на нього положеннями усіх розрахункових точок

4. Замалювати в зошит заготовку для таблиці координат (табл. 1):

Таблиця 1

Таблиця координат розрахункових точок фізичної вправи «стрибок у довжину з місця»

Назва точки	g_c		b		a		m		f		s		p		g_p	
№ кад.	x	y	x	y	x	y	x	y	x	y	x	y	x	y	x	y
1																
2																
3																
4																

5. На усіх кадрах кінограми обрати в якості осей координат нижні і ліві краї фотознімків, скерувавши вісь **X** праворуч, а вісь **У** – вгору.

6. Укласти таблицю координат розрахункових точок отриманої кінограми за наступним алгоритмом (рис 3):

- виміряти лінійкою спочатку координату «**x**», а потім координату «**y**» кожної розрахункової точки на першому кадрі і записати їх в таблицю;
- перейти до визначення координат розрахункових точок на наступних трьох кадрах кінограми.

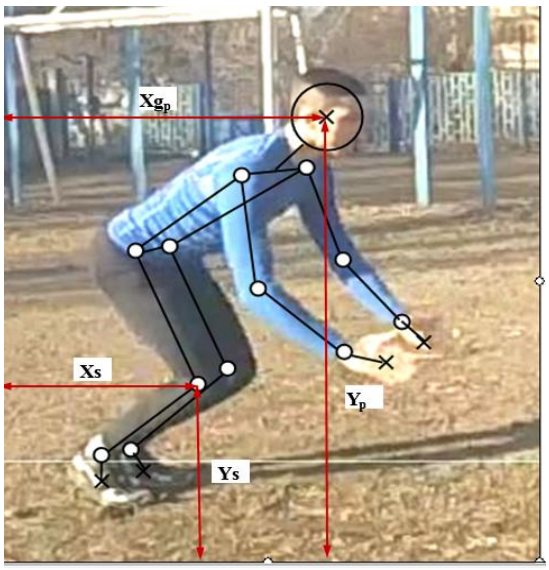


Рис. 3. Приклад вимірювання координат розрахункових точок

7. На лист міліметрового паперу формату А4, відступивши 1 - 2 см від його нижнього і лівого країв, нанести прямокутну систему координат.

8. У подвоєному масштабі укладеної таблиці координат *(тобто, при побудові відкладається кількість міліметрів, яка вказана в таблиці координат, помножена на два)* побудувати біокінематичну схему зафіксованої на кінограмі фізичної вправи (рис. 4):

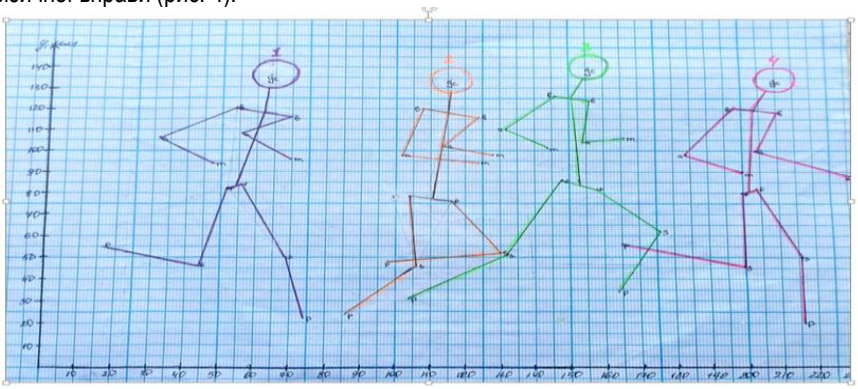


Рис. 4. Приклад біокінематичної схеми фізичної вправи, побудованої за укладеною таблицею координат

Використовуючи отримані таким чином дані, можна виявити помилки в техніці, наприклад, надмірне згинання коліна, що може призвести до травми, або неефективне використання махових рухів для відштовхування [3; 5; 6].

Майбутні фахівці галузі, засвоївши методи та інструментальні методики здійснення біомеханічного аналізу рухової діяльності, матимуть змогу застосовувати системно-структурний аналіз і синтез, спрямований на удосконалення техніки виконання рухової діяльності у фізичному вихованні і спорті, в професійній і військовій діяльності, а також у фізичній рекреації, реабілітації та фізіотерапії, підвищуючи ефективність педагогічного процесу і своїх професійних дій, а також обирати оптимальні засоби та зміст фізичного виховання для досягнення проміжних цілей у спортивно-оздоровчій та тренувальній діяльності. Це дасть їм змогу забезпечувати раціональний підхід до загальної і спеціальної фізичної, технічної, тактичної, психологічної, теоретичної та інтегральної підготовленості [2].

Висновок. Опанування біомеханічними знаннями у поєднанні з ІЦТ є ключовим елементом формування професійної компетентності, належної професійної підготовленості майбутніх учителів фізичної культури, тренерів, фахівців із фізичної реабілітації. Застосування ІЦТ у процесі викладання біомеханіки, ергономіки, а також низки спортивно-педагогічних дисциплін, є потужним інструментом, який дає змогу забезпечити кількісний, об'єктивний та детальний аналіз рухової діяльності, підвищити ефективність спортивних тренувань, спортивно-оздоровчої, фізіотерапевтичної, рекреаційної і реабілітаційної роботи тощо, здійснити вибір оптимального змісту, обсягів, методів фізичного навантаження та дотримання безпечних підходів у запобіганні травмам.

Подальші дослідження можуть бути спрямовані на використання ІЦТ при викладанні інших спортивно-педагогічних дисциплін, що стосується методики тренувального процесу з різних видів спорту, а також формування готовності у здобувачів освіти до використання сучасних інформаційних технологій у майбутній професійній діяльності з метою її удосконалення.

Список використаних джерел:

1. Антонюк О., Павлюк О., Чопик Т., Киданчук М., Тостановський Є. Історія використання інформаційних технологій у фізичному вихованні та спорті. Physical culture and sport: scientific perspective. 2024. Вип. 2. С. 111–117. DOI: 10.31891/pcs.2024.2.16.

2. Завацька Л. А., Ільків О. С., Рибак Л. І. Міждисциплінарні зв'язки курсу біомеханіки у формуванні професійних компетентностей. Integration of Education, Science and Business in Modern Environment: Summer Debates: матеріали 7-ї Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф., 7–8 серп. 2025 р. Дніпро, 2025. С. 119–122.

3. Козубенко О. С., Тупєєв Ю. В. Біомеханіка фізичних вправ: навч.-метод. посібник. Миколаїв: МНУ ім. В.О. Сухомлинського, 2015. 215 с.

4. Пимоненко М. М., Гамалій В. В. Біомеханічна та кінематична модель сальто назад зігнувшись у стрибках на батуті. Фізичне виховання та спорт. 2023. Вип. 4. С. 56–65. DOI: 10.26661/2663-5925-2022-4-08.

5. Рибак О., Скальскі Д. В., Рибак Л., Цигановська Н. Досвід застосування на практичних заняттях з біомеханіки для студентів польських закладів вищої освіти сучасних методик біомеханічного аналізу. Aktualne zagadnienia pedagogiki, kultury fizycznej i bezpieczeństw: монографія / за ред. N. Tsyhanovska, D. W. Skalski, H. Kondratska. Starogard Gdański – Charków – Drohobycz, 2024. С. 118–148. DOI: 10.5281/zenodo.12736552.

6. Рибак О. Ю., Рибак Л. І., Виноградський Б. А., Кувалдіна О. В., Яцунський О. С. Біомеханіка спорту: підручник. Львів: ЛДУФК ім. Івана Боберського, 2021. 268 с.

7. Стузяк В., Калашник Н., Шаріпова Д., Кофанов І., Єфременко А. Аналіз рухів, як чинник моніторингу в навчанні студентів фізичним вправам. Біомеханічні, інформаційно-комунікаційні технології та конструкторські розробки у фізичному вихованні та спорті. Вісник національного ун-ту «Чернігівський колегіум» імені Т.Г. Шевченка. 2025. № 31 (187). С. 144–148. DOI: 10.58407/visnik.253123.

8. Barbosa A. C., Barroso R., Gonjo T., Rossi M. M., Paolucci L. A., Olstad B. H., Andrade A. G. P. 50 m freestyle in 21, 22 and 23 s: What differentiates the speed curve of world-class and elite male swimmers? International Journal of Performance Analysis in Sport. 2021. Vol. 21. P. 1055–1065.

9. Fernandes A., Afonso J., Noronha F., Mezêncio B., Paulo J., Vilas-Boas R., Fernandes J. Intracycle Velocity Variation in Swimming: A Systematic Scoping Review. Bioengineering. 2023. Vol. 10, no. 3. P. 308. DOI: 10.3390/bioengineering10030308.

10. Gourgoulis V., Koulexidis S., Gketzenis P., Tzouras G. Intracyclic Velocity Variation of the Center of Mass and Hip in Breaststroke Swimming With Maximal Intensity. Journal of Strength and Conditioning Research. 2018. Vol. 32, no. 11. P. 830–840. DOI: 10.1519/JSC.0000000000002333.

11. Kyung G., Nussbaum M. A. Specifying comfortable driving postures for ergonomic design and evaluation of the driver workspace using digital human models. Ergonomics. 2009. Vol. 52, no. 8. P. 939–953. DOI: 10.1080/00140130902763552.

12. Pinto M. P., Marinho D. A., Neiva H. P., Barbosa T. M., Morais J. E. Insights on the Selection of the Coefficient of Variation to Assess Speed Fluctuation in Swimming. Journal of Functional Morphology and Kinesiology. 2024. Vol. 9. P. 129. DOI: 10.3390/jfmk9030129.

13. Rizkanto B. E., Afif Rusdiawan A. Kinematics analysis of freestyle swimming athletes at the 2019 Indonesia Open Aquatic Championship (IOAC). Jurnal SPORTIF: Jurnal Penelitian Pembelajaran. 2021. Vol. 7, no. 2. P. 206–218. DOI: 10.29407/js_unpgri.v7i2.15877.

14. Zatsiorsky V. M., Kraemer W. J. Science and Practice of Strength Training. Champaign, IL : Human Kinetics, 2006.

15. Zatsiorsky V. Biomechanics in sport: Performance enhancement and injury prevention. (The Encyclopaedia of Sports Medicine, Vol. 9). Wiley-Blackwell, 2008.

16. Zatsiorsky V. M., Kraemer W. J., Fry A. C. Science and Practice of Strength Training. Champaign : Human Kinetics, 2020. 344 p.

References

1. Antoniuk, O., Pavliuk, O., Chopyk, T., Kydanchuk, M., & Tostanovskyi, Ye. (2024). History of the use of information technologies in physical education and sports. *Physical culture and sport: scientific perspective,* (2), 111–117. https://doi.org/10.31891/pcs.2024.2.16

Zavatska, L. A., Ilkiv, O. S., & Rybak, L. I. (2025, August 7–8). Interdisciplinary connections of the biomechanics course in the formation of professional competencies. *In Integration of Education, Science and Business in Modern Environment: Summer Debates: Proceedings of the 7-th International Scientific and Practical Internet Conference* (pp. 119–122). Dnipro, Ukraine.

2. Kozubenko, O. S., & Tupieiev, Yu. V. (2015). Biomechanics of physical exercises: Teaching manual. Mykolaiv: MNU named after V. O. Sukhomlynskyi.

3. Pymonenko, M. M., & Hamalii, V. V. (2023). Biomechanical and kinematic model of tucked back somersault in trampoline. *Physical Education* and Sport, (4), 56–65. https://doi.org/10.26661/2663-5925-2022-4-08

4. Rybak, O., Skalski, D. V., Rybak, L., & Tsyhanovska, N. (2024). Experience of using modern methods of biomechanical analysis in biomechanics classes for students of Polish universities. In N. Tsyhanovska, D. V. Skalski, & H. Kondratska (Eds.), Aktualne zagadnienia pedagogiki, kultury fizycznej i bezpieczeństw (pp. 118–148). Starogard Gdański – Kharkiv – Drohobych. https://doi.org/10.5281/zenodo.12736552

5. Rybak, O. Yu., Rybak, L. I., Vynohradskyi, B. A., Kuvaldina, O. V., & Yatsunskyi, O. S. (2021). Sports biomechanics: Textbook. Lviv: LDUFK named after Ivan Boberskyi.

6. Stuziak, V., Kalashnyk, N., Sharipova, D., Kofanov, I., & Yefremenko, A. (2025). Movement analysis as a factor of monitoring in teaching students physical exercises. Bulletin of the National University 'Chernihiv Collegium' named after T. H. Shevchenko, 31(187), 144–148. https://doi.org/10.58407/visnik.253123

7. Barbosa, A. C., Barroso, R., Gonjo, T., Rossi, M. M., Paolucci, L. A., Olstad, B. H., & Andrade, A. G. P. (2021). 50 m freestyle in 21, 22 and 23 s: What differentiates the speed curve of world-class and elite male swimmers? Int. J. Perform. Anal. Sport, 21, 1055–1065.
8. Fernandes, A., Afonso, J., Noronha, F., Mezêncio, B., Paulo, J., Vilas-Boas, R., & Fernandes, J. (2023). Intracycle Velocity Variation in Swimming: A Systematic Scoping Review. Bioengineering, 10(3), 308. https://doi.org/10.3390/bioengineering10030308
9. Gourgoulis, V., Koulexidis, S., Gketzenis, P., & Tzouras, G. (2018). Intracyclic Velocity Variation of the Center of Mass and Hip in Breaststroke Swimming With Maximal Intensity. The Journal of Strength and Conditioning Research, 32(11), 830–840.
10. Kyung, G., & Nussbaum, M. A. (2009). Specifying comfortable driving postures for ergonomic design and evaluation of the driver workspace using digital human models. Ergonomics, 52(8), 939–953. https://doi.org/10.1080/00140130902763552
11. Pinto, M. P., Marinho, D. A., Neiva, H. P., Barbosa, T. M., & Morais, J. E. (2024). Insights on the Selection of the Coeffi cient of Variation to Assess Speed Fluctuation in Swimming. Journal of Functional Morphology and Kinesiology, 9, 129. https://doi.org/10.3390/jfmk9030129
12. Rizkanto, B. E., & Afif Rusdiawan, A. (2021). Kinematics analysis of freestyle swimming athletes at the 2019 Indonesia Open Aquatic Championship (IOAC). Jurnal SPORTIF: Jurnal Penelitian Pembelajaran, 7(2), 206–218. https://doi.org/10.29407/js_unpgri.v7i2.15877
13. Zatsiorsky, V. M., & Kraemer, W. J. (2006). Science and Practice of Strength Training. Human Kinetics.
14. Zatsiorsky, V. (2008). Biomechanics in sport: Performance enhancement and injury prevention (The Encyclopaedia of Sports Medicine, Vol. 9). Wiley-Blackwell.
15. Zatsiorsky, V. M., Kraemer, W. J., & Fry, A. C. (2020). Science and Practice of Strength Training. Human Kinetics.

DOI: https://doi.org/10.31392/UDU-nc.series15.2025.11(198).37

В'ячеслав Семененко
https://orcid.org/0000-0002-5931-7729
кандидат наук з фізичного виховання та спорту,
професор кафедри теорії і методики фізичного виховання
Національного університету фізичного виховання і спорту України, Київ, Україна
Ольга Русанова
https://orcid.org/0000-0001-7495-7030
доктор наук з фізичного виховання та спорту,
доцент кафедри водних видів спорту
Національного університету фізичного виховання і спорту України, Київ, Україна
Вадим Домбровський
https://orcid.org/0009-0005-4946-9672
старший викладач кафедри водних видів спорту
Національного університету фізичного виховання і спорту України, Київ, Україна
Шевельов Іван
https://orcid.org/0009-0001-0010-2336
доцент кафедри спортивних єдиноборств та силових видів спорту
Національного університету фізичного виховання і спорту України, Київ, Україна
Костянтин Савченко
https://orcid.org/0000 -0003-3552-2717
аспірант кафедри водних видів спорту
Національного університету фізичного виховання і спорту України, Київ, Україна
Олег Яременко
https://orcid.org/0000-0003-2193-3742
викладач кафедри технологій оздоровлення і спорту Національного технічного університету України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ

РОЗВИТОК СТУДЕНТСЬКОГО СПОРТУ В УКРАЇНІ: СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ ТА ПЕРСПЕКТИВИ

У статті розглянуто сучасні тенденції та перспективи розвитку студентського спорту в Україні. Сьогодні розвиток студентського спорту — у фокусі співпраці Мінмолодьспорту та Фонду Президента України з підтримки освіти, науки та спорту. Розвиток студентського спорту в Україні – це не тільки інвестиція у фізичний та соціальний розвиток молоді, але й важлива складова економічного зростання в спортивній індустрії. Завдяки комерціалізації студентських змагань, залученню спонсорів, створенню стипендій та вдосконаленню інфраструктури українські університети можуть зробити свій внесок у спортивну екосистему країни. Студентський спорт може стати надійною базою для розвитку молодих талантів та формування сильної спортивної нації. Незважаючи на це, не достатньо обґрунтованими залишаються питання вдосконалення