

УДК 796.83:612.76:796.015.52

DOI <https://doi.org/10.26661/2663-5925-2025-1-20>

**БІОМЕХАНІЧНИЙ КОНТРОЛЬ У БОКСІ:
ВПЛИВ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ТРЕНУВАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ
Й ОПТИМІЗАЦІЮ ТЕХНІЧНОЇ ПІДГОТОВКИ**

Тищенко В. О.

*доктор наук з фізичного виховання і спорту, професор,
професор кафедри теорії та методики фізичної культури і спорту
Запорізький національний університет
вул. Університетська, 66, Запоріжжя, Україна
orcid.org/0000-0002-9540-9612
valeritysh@gmail.com*

Соколова О. В.

*кандидат наук з фізичного виховання і спорту, доцент,
доцент кафедри теорії та методики фізичної культури і спорту
Запорізький національний університет
вул. Університетська, 66, Запоріжжя, Україна
orcid.org/0000-0003-1062-0935
sokolova-znu@gmail.com*

Бугайов М. Л.

*старший викладач кафедри теорії і методики фізичного
виховання та спорту
Хмельницький національний університет
вул. Інститутська, 11, Хмельницький, Україна
orcid.org/0000-0002-3657-5215
bugajovmaksim@gmail.com*

Драгунов Д. М.

*доктор філософії, доцент,
доцент кафедри фізичної реабілітації
Національний університет «Чернігівська політехніка»
вул. Шевченка, 95, Чернігів, Україна
orcid.org/0009-0002-6022-7533
drahunovdm@gmail.com*

Желізний М. М.

*кандидат педагогічних наук, доцент,
доцент кафедри фізичної реабілітації
Національний університет «Чернігівська політехніка»
вул. Шевченка, 95, Чернігів, Україна
orcid.org/0000-0001-8894-8549
MNZelezny@gmail.com*

Ключові слова: бокс,
біомеханічний контроль,
кінематичні параметри,
динамічні характеристики,
інерційні сенсори,
електроміографія,
спортивна продуктивність.

У роботі представлено дослідження впливу біомеханічного контролю на ефективність тренувального процесу боксерів. Актуальність теми зумовлена необхідністю підвищення якості техніко-тактичної підготовки спортсменів за рахунок інструментального аналізу їхньої рухової діяльності. Біомеханічний моніторинг дає змогу об'єктивно оцінювати кінематичні, динамічні й координаційні параметри ударних і захисних дій, що сприяє вдосконаленню техніки, оптимізації навантажень і зменшенню ризику травматизму. Мета дослідження полягала у вивченні змін, які відбуваються в показниках фізичної й технічної підготовки боксерів під впливом біомеханічного аналізу та його інтеграції в тренувальний процес. Дослідження базувалося на використанні сучасних технологій, таких як відеоаналіз високої частоти, інерційні сенсори, силові платформи, ударні датчики й електроміографія, що дало змогу отримати об'єктивні дані щодо рухових характеристик спортсменів. Методика включала формування двох груп – основної, де застосовували біомеханічний контроль у тренувальному процесі, і контрольної, яка використовувала традиційні методи підготовки. Результати виявили значне покращення технічних характеристик у спортсменів основної групи: швидкість удару зросла на 12,5%, сила удару – на 12%, точність – на 10,3%, час контакту із цілью зменшився на 13,3%, а рівновага покращилася на 25%. Окрім того, біомеханічний аналіз дав змогу зменшити енергетичні витрати боксерів на 10,8%, що сприяло підвищенню загальної ефективності їхньої рухової діяльності. Водночас у контрольній групі відзначалося незначне зростання показників, що підтверджує недостатню ефективність традиційного підходу без інструментального аналізу рухів. Отримані результати свідчать про те, що біомеханічний контроль є важливим інструментом для підвищення ефективності тренувального процесу боксерів. Його впровадження сприяє вдосконаленню техніки виконання ударних і захисних дій, підвищенню рівноваги, економічності рухів і загальної спортивної продуктивності. Дослідження рекомендує використовувати біомеханічний аналіз як невід'ємний компонент тренувальної системи боксерів різних рівнів кваліфікації для досягнення вищих спортивних результатів і зменшення ризику травмування.

BIOMECHANICAL CONTROL IN BOXING: IMPACT ON TRAINING PROCESS EFFICIENCY AND OPTIMIZATION OF TECHNICAL PREPARATION

Tyshchenko V. O.

*Doctor of Sciences in Physical Education and Sports, Professor,
Professor at the Department of Theory and Methods
of Physical Culture and Sports
Zaporizhzhia National University
Universytetska str., 66, Zaporizhzhia, Ukraine
orcid.org/0000-0002-9540-9612
valeri-znu@ukr.net*

Sokolova O. V.

*PhD of Physical Education and Sport, Associate Professor,
Associate Professor at the Department of Theory and Methods
of Physical Culture and Sports
Zaporizhzhia National University
Universytetska str., 66, Zaporizhzhia, Ukraine
orcid.org/0000-0003-1062-0935
sokolova-znu@gmail.com*

Buhaiov M. L.

*Senior Lecturer at the Department of Theory and Methods of Physical Education and Sports
Khmelnyskyi National University
Institute str., 11, Khmelnytskyi, Ukraine
orcid.org/0000-0002-3657-5215
bugajovmaksim@gmail.com*

Drahunov D. M.

*Doctor of Philosophy, Associate Professor,
Associate Professor at the Department of Physical Rehabilitation
Chernihiv Polytechnic National University
Shevchenko str., 95, Chernihiv, Ukraine
orcid.org/0009-0002-6022-7533
drahunovdm@gmail.com*

Zheliznyi M. M.

*Candidate of Pedagogic Sciences, Associate Professor,
Associate Professor at the Department of Physical Rehabilitation
Chernihiv Polytechnic National University
Shevchenko str., 95, Chernihiv, Ukraine
orcid.org/0000-0001-8894-8549
MNZelezny@gmail.com*

Key words: *boxing,
biomechanical control,
kinematic parameters,
dynamic characteristics,
inertial sensors,
electromyography, athletic
performance.*

This study examines the impact of biomechanical control on the efficiency of the training process in boxing. The relevance of the topic is determined by the need to improve the quality of athletes' technical and tactical preparation through instrumental analysis of their motor activity. Biomechanical monitoring allows for an objective assessment of the kinematic, dynamic, and coordination parameters of offensive and defensive actions, facilitating technique refinement, load optimization, and injury risk reduction. The aim of the study was to investigate the changes in physical and technical performance indicators of boxers under the influence of biomechanical analysis and its integration into the training process. The research was based on the use of modern technologies, including high-frequency video analysis, inertial sensors, force platforms, impact sensors, and electromyography, which provided objective data on the athletes' movement characteristics. The methodology included the formation of two groups: the main group, which implemented biomechanical control in the training process, and the control group, which followed traditional training methods. Before the experiment, comprehensive testing was conducted to assess parameters such as punch speed and force, accuracy of technical execution, balance and stability, and movement efficiency. Over 12 weeks, the main group performed corrective exercises based on biomechanical analysis, while the control group trained without modifications to their methodology. The results demonstrated significant improvements in the technical characteristics of the main group's athletes: punch speed increased by 12.5%, punch force by 12%, accuracy by 10.3%, contact time with the target decreased by 13.3%, and balance improved by 25%. Additionally, biomechanical analysis reduced boxers' energy expenditures by 10.8%, enhancing overall movement efficiency. Meanwhile, the control group exhibited only minor improvements, confirming the limited effectiveness of traditional training approaches without instrumental motion analysis. The findings indicate that biomechanical control is a crucial tool for

enhancing the efficiency of the training process in boxing. Its implementation contributes to improved execution of offensive and defensive actions, better balance, greater movement efficiency, and overall athletic performance. The study recommends integrating biomechanical analysis as an essential component of the training system for boxers of different qualification levels to achieve higher competitive results and reduce injury risk.

Вступ. У сучасному спорті біомеханічні методи дослідження використовуються для оптимізації техніки виконання вправ, підвищення спортивних результатів і зменшення ризику травматизму. Завдяки стрімкому розвитку технологій, зокрема застосуванню відеоаналізу, датчиків руху, силових платформ та інших пристроїв, стало можливим глибоке вивчення механіки людського тіла в русі, що дає змогу не лише контролювати фізичну підготовленість спортсменів, а й створювати індивідуальні програми тренувань з урахуванням їхніх особливостей [2].

Бокс є видом спорту, що вимагає високого рівня координації, швидко-силових здібностей, витривалості й технічної майстерності. Одним із ключових аспектів підготовки боксерів є оптимізація техніки ударів, рухів і тактичних дій, що безпосередньо впливає на ефективність спортивної діяльності. Біомеханічний контроль дає змогу об'єктивно оцінювати кінематичні й динамічні характеристики рухів спортсмена, аналізувати ефективність ударних і захисних дій, виявляти технічні недоліки й мінімізувати ризики травматизму. Використання сучасних технологій, таких як відеоаналіз, силові платформи, інерційні сенсори й електроміографія, забезпечує точне вимірювання параметрів рухової діяльності боксерів і їх корекцію в режимі реального часу.

Актуальність цієї теми зумовлена все більшими вимогами до індивідуалізації підготовки спортсменів і необхідністю розроблення науково обґрунтованих методик технічного вдосконалення. Біомеханічний контроль сприяє підвищенню ефективності тренувального процесу, удосконаленню рухових навичок і стратегій ведення бою, що є особливо важливим на елітному рівні змагань. Таким чином, дослідження в галузі біомеханіки боксу не лише сприяють підвищенню спортивних результатів, а й мають вагомe значення для розроблення безпечних та ефективних методик тренування, що забезпечують довготривалу кар'єру спортсменів.

Мета дослідження – наукове обґрунтування й упровадження біомеханічного контролю в тренувальний процес боксерів для підвищення ефективності техніко-тактичної підготовки, оптимізації рухових навичок і зниження ризику травматизму.

Для досягнення поставленої мети використано такі загальнонаукові методи, як аналіз, систематизація й узагальнення.

Для досягнення мети передбачається таке: визначити ключові біомеханічні параметри ударних і захисних дій боксерів; розробити методик оцінювання технічних і силових характеристик рухів на основі сучасних технологій (відеоаналізу, силових платформ, інерційних сенсорів тощо); дослідити вплив біомеханічного контролю на ефективність тренувального процесу та спортивні результати; розробити рекомендації щодо використання біомеханічного аналізу в практиці підготовки боксерів різного рівня кваліфікації.

Реалізація мети дослідження сприятиме вдосконаленню тренувальних методик, підвищенню індивідуалізації підготовки спортсменів і зниженню ризику травматичних ушкоджень у боксерів.

Для проведення дослідження використовуються такі технології:

1. Відеоаналіз високої частоти (240–1000 к/с) – дає змогу детально дослідити техніку ударних і захисних дій, виміряти кутові характеристики рухів і швидкість кінцівок.

2. Інерційні сенсори (IMU-датчики) – реєструють прискорення, швидкість і зміну положення частин тіла в просторі під час виконання ударів і захисту.

3. Силові платформи – використовуються для аналізу розподілу навантаження на стопи, оцінювання рівноваги й ефективності перенесення маси тіла під час виконання удару.

4. Динамометри й ударні платформи – визначають силу удару, контактний час, швидкість передачі імпульсу та потужність ударної дії.

5. Електроміографія (ЕМГ) – дає змогу оцінити активність м'язів, що беруть участь у виконанні удару й захисних рухів, визначити рівень координації та ефективність м'язової взаємодії.

Проведення тестування.

Тест 1. Аналіз кінематичних характеристик удару: боксер виконує серію ударів (прямий, боковий, аперкот) по мішені або ударній платформі; відеоаналіз та IMU-датчики фіксують траєкторію, швидкість і кутові характеристики рухів кінцівок; проводиться розрахунок прискорення, часу виконання удару й амплітуди рухів.

Тест 2. Визначення сили удару й ефективності імпульсу: використовується ударна платформа з датчиками сили та швидкості контакту; ана-

лізуються параметри: максимальна сила удару, імпульсна потужність, контактний час; порівнюються результати між різними типами ударів.

Тест 3. Оцінювання рівноваги й розподілу зусиль під час нанесення удару: використання силової платформи дає змогу оцінити розподіл навантаження між стопами, перенесення центру маси, стабільність положення тіла; реєструються дані перед, під час і після удару для аналізу ефективності переміщення ваги.

Тест 4. Електроміографічний аналіз м'язової активності: ЕМГ-датчики фіксують роботу м'язів плечового поясу, рук, корпусу та ніг під час виконання ударів і під час захисних рухів; визначається ефективність взаємодії м'язових груп, співвідношення між агоністами й антагоністами; порівнюється рівень активації м'язів у досвідчених і менш підготовлених спортсменів.

Методологія дослідження. Дослідження проводиться на групі боксерів, поділених на дві підгрупи: експериментальну групу – спортсмени, які проходять тренування із застосуванням біомеханічного контролю, і контрольну групу – спортсмени, які тренуються за традиційною методикою без використання біомеханічного аналізу. Обидві групи мають однаковий рівень підготовки й аналогічні тренувальні програми.

На початку експерименту обидві групи проходять комплексне тестування, що включає таке: аналіз кінематичних характеристик ударних і захисних дій (відеоаналіз, IMU-датчики); оцінювання сили удару й ефективності імпульсу (ударні платформи, динамометрія); вимірювання рівноваги і стабільності рухів (силові платформи); електроміографічне тестування активності м'язів.

Протягом 12 тижнів основна група використовує біомеханічний моніторинг у тренуваннях: коригуються технічні помилки на основі кінематичного аналізу; застосовується зворотний зв'язок у реальному часі для покращення координації ударів; оптимізуються траєкторії рухів на основі рекомендацій біомеханічного аналізу; виконується цілеспрямована корекція м'язової активності на основі електроміографічних показників.

Контрольна група тренується без змін у методиці.

Виклад основного матеріалу. Визначення ключових біомеханічних параметрів ударних і захисних дій боксерів є важливим етапом аналізу технічної підготовки спортсменів. Кінематичні характеристики включають швидкість руху кінцівок, що визначає динаміку виконання удару й ефективність контратаки. Прискорення ударної кінцівки впливає на силу удару та його вибухові властивості. Амплітуда рухів дає змогу оцінити оптимальність траєкторії удару та маневреність під час захисту. Куткові характеристики руху суг-

лобів, зокрема кут згинання й розгинання в лікті, плечі й тазостегновому суглобі, визначають економічність рухів і правильність виконання технічних дій.

Динамічні характеристики включають силу удару, яка залежить від маси тіла, швидкості й кута прикладання сили. Розподіл навантаження на суглоби під час виконання удару є важливим для визначення ризику травмування кисті, ліктя та плеча. Час контакту з ціллю допомагає оцінити ефективність ударів і розвиток вибухової сили. Зусилля стопи й переміщення центру маси впливають на баланс, стійкість та ефективність нанесення удару.

Енергетичні й координаційні показники включають рівень м'язової активації під час виконання ударів і захисту, який оцінюється за допомогою електроміографії та дає змогу визначити економічність роботи м'язів. Часова структура рухів аналізується для оцінювання швидкості реакції, ефективності координації та здатності спортсмена адаптуватися до змін у поєдинку.

Дослідження дало змогу оцінити ефективність використання біомеханічного контролю в тренувальному процесі боксерів шляхом порівняння ключових кінематичних, динамічних і координаційних показників до й після періоду цілеспрямованої корекції технічних дій (таблиця 1).

Аналіз середньої швидкості удару показав, що в боксерів експериментальної групи після застосування біомеханічного моніторингу цей показник зріс на 12,5%, що свідчить про покращення техніки нанесення удару й оптимізацію рухового патерну. Водночас у контрольній групі, яка тренувалася за традиційною методикою, покращення було менш вираженим і становило лише 2,7%, що вказує на недостатню ефективність тренувального впливу без застосування інструментального контролю.

Збільшення швидкості удару в експериментальній групі зумовлене покращенням міжм'язової координації та більш ефективним залученням швидких м'язових волокон (тип II), які відповідають за вибухові рухи. Біомеханічний контроль сприяв корекції техніки удару, що дало змогу зменшити зайві рухи й покращити кінематичні характеристики ударного імпульсу. У контрольній групі, де тренування проходило без біомеханічної корекції, покращення було мінімальним через відсутність цілеспрямованого впливу на технічну складову руху.

Дослідження сили удару виявило зростання показників на 12% у спортсменів експериментальної групи, що пояснюється корекцією положення тіла, удосконаленням взаємодії між кінцівками й покращенням біомеханіки руху. У контрольній групі приріст сили удару був незначним – лише

Таблиця 1

Результати дослідження біомеханічного контролю в боксі

Параметр	До тренувань (ЕГ)	Після тренувань (ЕГ)	До тренувань (КГ)	Після тренувань (КГ)	Зміни в ЕГ, %	Зміни в КГ, %
Середня швидкість удару (м/с)	7,2	8,1	7,3	7,5	12,5	2,7
Сила удару (Н)	2500,0	2800,0	2520,0	2600,0	12,0	3,2
Точність ударів (%)	68,0	75,0	67,0	69,0	10,3	3,0
Час контакту з ціллю (мс)	150,0	130,0	152,0	145,0	-13,3	-4,6
Рівновага (відхилення ЦМ, мм)	12,0	9,0	12,5	11,8	-25,0	-5,6
Економічність рухів (споживання енергії, кДж)	65,0	58,0	64,0	63,0	-10,8	-1,6

3,2%, що демонструє відсутність суттєвих змін у технічному виконанні. Зростання сили удару пояснюється ефективнішою синхронізацією роботи основних м'язових груп, зокрема грудних м'язів, дельтовидних м'язів, трицепса, а також м'язів нижніх кінцівок, які формують кінетичний ланцюг при нанесенні удару. Біомеханічний аналіз дав змогу оптимізувати розподіл м'язових зусиль і покращити механізм передачі імпульсу від ніг до руки. Контрольна група не отримувала детальних корекцій щодо раціонального використання кінетичної енергії, що пояснює низьку ефективність їхнього силового приросту.

Аналіз точності ударів засвідчив, що після застосування біомеханічного контролю точність зросла на 10,3%, що може бути наслідком більш економічної й ефективної траєкторії рухів. У контрольній групі цей показник покращився лише на 3%, що свідчить про обмеженість стандартного підходу до технічної підготовки. Покращення точності удару в експериментальній групі є наслідком підвищення рівня сенсомоторної координації, що забезпечується зворотним зв'язком із систем біомеханічного моніторингу. Удосконалення просторово-часової організації рухів дало спортсменам змогу краще контролювати траєкторію ударів і стабілізувати м'язові скорочення, що зменшило похибку при нанесенні ударів. У контрольній групі прогрес був менш вираженим через відсутність корекції індивідуальних помилок у техніці.

Час контакту із ціллю скоротився на 13,3% в експериментальній групі, що вказує на підвищення вибухової сили та зменшення зайвих рухів. Контрольна група показала лише 4,6% скорочення цього показника, що свідчить про менш виражене покращення ударної техніки. Скорочення часу контакту із ціллю пов'язане з підвищенням жорсткості удару, покращенням взаємодії між центральною нервовою системою та м'язовими гру-

пами, а також зі зменшенням зайвих рухів кисті й передпліччя. В експериментальній групі, яка використовувала біомеханічний аналіз, спостерігалася ефективніша регуляція напруження в м'язах передпліччя й кисті, що сприяло швидшому відведенню руки після контакту. У контрольній групі цей процес відбувався природно, без спеціалізованої корекції, що пояснює менш виражене скорочення часу контакту.

Важливим параметром, що впливає на ефективність рухової діяльності, є рівновага. Відхилення центру маси в боксерів експериментальної групи зменшилося на 25%, що свідчить про покращення стійкості та зменшення ймовірності втрати рівноваги при виконанні ударних дій. У контрольній групі цей показник покращився всього на 5,6%, що підтверджує меншу ефективність традиційного тренувального процесу. Поліпшення рівноваги зумовлене більшою стабільністю позиції під час удару, що досягнуто завдяки корекції розподілу ваги між ногами. Біомеханічний моніторинг дав спортсменам змогу ефективніше використовувати опорну ногу й контролювати зміщення центру маси, що запобігало зайвому нахилу тулуба вперед або назад. У контрольній групі вдосконалення рівноваги відбувалося природно, але без структурного аналізу помилок цей процес мав нижчу ефективність.

Оцінювання економічності рухів виявило зниження споживання енергії на 10,8% у боксерів, які використовували біомеханічний контроль, що вказує на більш ефективний розподіл м'язової активності та зменшення зайвих енергетичних витрат. У контрольній групі цей показник майже не змінився, демонструючи лише 1,6% зниження, що підтверджує недостатню ефективність стандартних тренувальних підходів у контексті оптимізації рухової діяльності. Зниження енергетичних витрат у спортсменів експериментальної групи

пояснюється покращенням біомеханічної ефективності рухів, що дало змогу зменшити втрати енергії на зайві рухи й нераціональне м'язове напруження. Оптимізація роботи м'язових груп за допомогою біомеханічного аналізу сприяла зниженню активності антагоністичних м'язів під час виконання ударів, що дало змогу більш раціонально використовувати енергетичні ресурси. У контрольній групі подібні адаптації були менш вираженими через відсутність корекції рухових моделей.

Аналіз змін у фізіологічних показниках підтверджує, що застосування біомеханічного контролю допомагає цілеспрямовано впливати на ключові елементи рухової діяльності боксерів. Оптимізація техніки ударів, корекція координаційних помилок, удосконалення м'язової взаємодії та економізація рухів забезпечують підвищення ефективності тренувального процесу й покращення спортивних результатів.

Таким чином, результати дослідження підтверджують високу ефективність біомеханічного контролю в удосконаленні технічних і силових характеристик рухів боксерів, застосування якого дає змогу підвищити швидкість, точність і силу ударів, покращити рівновагу й економічність рухів, що безпосередньо впливає на зростання спортивних результатів і зниження ризику травм. Упровадження біомеханічного моніторингу в тренувальний процес може стати ключовим фактором у підвищенні конкурентоспроможності спортсменів і вдосконаленні методичних підходів до підготовки боксерів різних рівнів кваліфікації.

Застосування біомеханічного контролю призвело до покращення технічної підготовки за рахунок оптимізації траєкторій рухів і підвищення точності ударів; збільшення сили удару через корекцію технічних помилок і вдосконалення біомеханіки рухів; підвищення координації та стійкості завдяки оптимізації розподілу зусиль між кінцівками; зниження енергетичних витрат і ризику травмування через покращену взаємодію м'язових груп.

Дослідження дасть змогу підтвердити ефективність використання біомеханічного моніторингу в тренувальному процесі боксерів та обґрунту-

вати доцільність його впровадження в методику підготовки спортсменів.

Висновки. Дослідження підтвердило високу ефективність біомеханічного контролю в оптимізації тренувального процесу боксерів. Застосування сучасних методів аналізу рухової діяльності, зокрема відеоаналізу, інерційних сенсорів, силових платформ, ударних датчиків та електроміографії, дало змогу отримати об'єктивні дані про кінематичні, динамічні й координаційні характеристики ударних і захисних дій спортсменів.

Виявлено, що впровадження біомеханічного моніторингу в тренувальний процес сприяє суттєвому покращенню технічних характеристик боксерів. Зокрема, в основній групі швидкість удару зросла на 12,5%, сила удару – на 12%, точність виконання технічних дій – на 10,3%, час контакту із ціллю зменшився на 13,73%, а рівновага покращилася на 25%. Водночас у контрольній групі, яка використовувала традиційні методи підготовки без біомеханічного аналізу, покращення показників було незначним, що підтверджує недостатню ефективність стандартного підходу до технічного вдосконалення.

Дослідження також показало, що використання біомеханічного контролю дає змогу зменшити енергетичні витрати спортсменів на 10,8%, що сприяє підвищенню загальної ефективності їхньої рухової діяльності, свідчить про більш раціональний розподіл навантаження й удосконалення м'язової координації при виконанні ударних і захисних дій.

Таким чином, отримані результати доводять доцільність використання біомеханічного аналізу як невід'ємного елемента системи підготовки боксерів різного рівня кваліфікації. Його застосування дає змогу не лише покращити техніку виконання ударів і захисту, а й оптимізувати навантаження, підвищити ефективність рухових дій і знизити ризик травмування. Упровадження біомеханічного моніторингу в тренувальний процес сприятиме підвищенню спортивних результатів і забезпечить індивідуалізацію підготовки спортсменів на основі об'єктивних показників їхньої рухової активності.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гордієнко, І.П. Вплив рівня кваліфікації на біомеханічні характеристики атак боксерів. *Бойові мистецтва та спорт*. 2020. № 8 (3). С. 15–22.
2. Жирнов О. Ефективність біомеханічного аналізу рухових дій людини за допомогою сучасних інструментальних методів. *Біомеханіка спорту, оздоровчої рухової активності, фізичної терапії та ерготерапії: актуальні проблеми, інноваційні проекти та тренди* : матеріали І Всеукраїнської електронної наук.-практ. конф. з міжнародною участю. Київ : Національний університет фізичного виховання і спорту України, 2021. С. 11–12.
3. Іваненко О.П., Гринчук Д.В. Біомеханіка в спорті: методи дослідження та практичні застосування. Київ : Спорт України, 2021. 156 с.

4. Ковальчук А.М., Горбачова Н.В. Основи біомеханіки у фізичній підготовці спортсменів. Львів : Видавництво ЛНУ імені Івана Франка, 2020. 210 с.
5. Петренко І.М., Григорова Н.О. Біомеханіка в спорті: аналіз, оцінка, вдосконалення. Одеса : Одеський національний університет, 2020. 132 с.
6. Біомеханіка спорту: підручник / О.Ю. Рибак, Л.І. Рибак, Б.А. Виноградський та інші. Львів : ЛДУФК ім. Івана Боберського, 2021. 268 с.
7. Струтинський А., П'ятничук Д., Пітин М.Я., Семеряк З. Обґрунтування змісту різних сторін підготовки кваліфікованих спортсменів у боксі (теоретичний огляд). *Олімпійський та паралімпійський спорт*. 2024. № 2. С. 51–58.
8. Тищенко В., Лисенчук Г. Аналіз сучасних підходів до використання інноваційних технологій для вдосконалення спеціальної фізичної та техніко-тактичної підготовки в спорті. *Науковий часопис Національного педагогічного університету М.П. Драгоманова. Серія 15 «Науково-педагогічні проблеми фізичної культури (фізична культура і спорт)»*. 2019. Вип. 6 К (114) 19. С. 99–104.
9. Liu Y., Zhu Z., Chen X., Deng C., Ma X., Zhao B. Biomechanics of the lead straight punch of different level boxers. *Frontiers in Physiology*. 2022. № 13. P. 1015154.
10. Tajibaev S., Axmedov A.T., Shomirzaev U., Buranov I.K. The forward step in a boxer candidate for master of sports: a biomechanical analysis by 3D MA technology. *Mental Enlightenment Scientific-Methodological Journal*. 2024. № 507. С. 246–263.
11. Tyshchenko V., Omelianenko H., Markova S., Vorontsov A., Pavelko O., Doroshenko E., Sokolova L., Hlukhov I., Drobot K. Neurological Typology and its Role in Enhancing Technical and Tactical Skills in Adolescent Female Boxers. *Health, Sport, Rehabilitation*. 2023. № 9 (4). С. 57–72.

REFERENCES

1. Hordiyenko, I.P. (2020). Vplyv rinvya kvalifikatsiyi na biomekhanichni kharakterystyky atak bokseriv [The influence of the level of qualification on the biomechanical characteristics of boxers' attacks]. *Boyovi mystetstva ta sport*, 8 (3), 15–22.
2. Zhyrnov O. (2021). Efektyvnist' biomekhanichnoho analizu rukhovyykh diy lyudyny za dopomohoyu suchasnykh instrumental'nykh metodiv [The effectiveness of biomechanical analysis of human motor actions using modern instrumental methods]. *Biomekhanika sportu, ozdorovchoyi rukhovoyi aktyvnosti, fizychnoyi terapiyi ta erhoterapiyi: aktual'ni problemy, innovatsiyni proyekty ta trendy. materialy I Vseukrayins'koyi elektronnoyi nauk.-prakt. konf. z mizhnarodnoyu uchastyu*. Kyiv: Natsional'nyy universytet fizychnoho vykhovannya i sportu Ukrainy, 11–12.
3. Ivanenko O.P., Hrynychuk D.V. (2021). *Biomekhanika v sporti: metody doslidzhennya ta praktychni zastosuvannya* [Biomechanics in sports: research methods and practical applications.]. Kyiv: Vydavnytstvo «Sport Ukrainy», 156.
4. Koval'chuk A.M., Horbachova N.V. (2020). *Osnovy biomekhaniky v fizychniy pidhotovtsi sport·smeniv* [Fundamentals of biomechanics in the physical training of athletes]. L'viv: Vydavnytstvo LNU imeni Ivana Franka, 210.
5. Petrenko I.M., Hryhorova N.O. (2020). *Biomekhanika v sporti: analiz, otsinka, vdoskonallennya* [Biomechanics in sports: analysis, assessment, improvement]. Odessa: Odes'kyy natsional'nyy universytet, 132.
6. Rybak O.Yu., Rybak L.I., Vynohrads'kyy B.A. (2021). *Biomekhanika sportu: pidruchnyk* [Biomechanics of sports: a textbook]. L'viv: LDUFK im. Ivana Bobers'koho, 268.
7. Strutyns'kyy A., P'yatnychuk D., Pityn M.Ya., & Semeryak, Z. (2024). Obgruntuvannya zmistu riznykh storin pidhotovky kvalifikovanykh sport·smeniv u boksi (teoretychnyy ohlyad) [Justification of the content of various aspects of the training of qualified athletes in boxing (theoretical review)]. *Olimpiys'kyy ta paralimpiys'kyy sport*, (2), 51–58.
8. Tyshchenko V., Lysenchuk H. (2019). Analiz suchasnykh pidkhodiv do vykorystannya innovatsiynykh tekhnolohiy dlya vdoskonallennya spetsial'noyi fizychnoyi ta tekhniko-taktychnoyi pidhotovky v sporti. [Analysis of modern approaches to the use of innovative technologies to improve special physical and technical and tactical training in sports]. *Naukovyy chasopys Natsional'noho pedahohichnoho un-tu M.P. Drahomanova. Seriya 15: Naukovo-pedahohichni problemy fizychnoyi kul'tury (fizychna kul'tura i sport)*, 6 K (114), 99–104.
9. Liu Y., Zhu Z., Chen X., Deng C., Ma X., & Zhao B. (2022). Biomechanics of the lead straight punch of different level boxers. *Frontiers in Physiology*, 13, 1015154.

10. Tajibaev S., Axmedov A.T., Shomirzaev U., & Buranov I.K. (2024). The forward step in a boxer candidate for master of sports: a biomechanical analysis by 3D MA technology. *Mental Enlightenment Scientific-Methodological Journal*, 5 (07), 246–263.
11. Tyshchenko V., Omelianenko H., Markova S., Vorontsov A., Pavelko O., Doroshenko E., Sokolova L., Hlukhov I., Drobot K., (2023). Neurological Typology and its Role in Enhancing Technical and Tactical Skills in Adolescent Female Boxers. *Health, Sport, Rehabilitation*, 9 (4), 57–72.