



МОДЕЛЬНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ
КІНЕМАТИЧНОЇ СТРУКТУРИ
ТЕХНІКИ БОКОВОГО УДАРУ
ЛІВОЮ НОГОЮ З ФРОНТАЛЬНОЇ
СТІЙКИ ВИСОКОКВАЛІФІКОВАНИХ
СПОРТСМЕНІВ, ЯКІ
СПЕЦІАЛІЗУЮТЬСЯ В
РУКОПАШНОМУ БОЮ

Вако Ілля, Журнов Олександр

Національний університет фізичного виховання і спорту України

DOI:10.32540/2071-1476-2024-1-101

Annotation

Introduction. In any sport, it is crucial to have an effective and scientifically based model of athletes' technical actions. The scientific and methodological literature offers several options for developing such a model. The first option: mathematical modelling (often with the help of computer facilities) of the standard model of the sport's technique. The second one: the development of samples based on the analysis of the technique of motor actions of highly qualified athletes. Such standards, or models, are created based on the results of measurements of the biomechanical characteristics of the movement technique of a group of leading athletes. The data of such measurements are statistically processed, and as a result, we get average indicators of the characteristics of technical actions of leading athletes, which are called model characteristics and can be considered the most rational in any sport. **The purpose of the study** is to develop model characteristics of the kinematic structure of the technique of a side kick with the left foot from the front stance of highly skilled athletes specialising in hand-to-hand combat.

Research methods: analysis of literature sources, video recording and biomechanical video computer analysis using the «Qualisys» optoelectronic system (which includes seven synchronised infrared cameras), methods of mathematical statistics.

Results. When conducting a biomechanical analysis of the kinematic structure of the technique of performing a side kick with the left foot from the front stance, the first stage is to determine the phase-rhythm structure. The previously mentioned kick consists of 7 phases: preparation for the kick, encroachment, the double-support phase, kicking movement, contact, return of the kicking leg to the support, return to the fighting stance. The first 5 phases are the so-called active period of the kick, the purpose of which is to cause damage to the opponent. The last two phases are the passive period of the kick, the purpose of which is to return to the starting position to allow the next action to be taken. The total kick duration is 1,86 s. The duration of the active period is 0,85 s, i.e. 45,7% of the total kick duration, and the passive period is 1,01 s, i.e. 54,3%. The duration of the phase of preparation for a kick is 0,27 s, the task of this phase is to bring all biolinks of the athlete's body into the most advantageous position for the performance of subsequent motor actions with minimal information for the opponent. The phase of encroachment lasts 0.19 s, its task is to put the feet on the ground into a comfortable position for the kick. In the double-support phase, the athlete must move the body weight to the supporting («non-kicking») leg, the duration of this phase is

0,12 s. The next phase - the kicking movement is aimed at moving the kicking biolink to the opponent (or sports equipment: punch, paw, etc.), its duration is 0,19 s.

Conclusions. Indicators of the kinematic structure of the technique of performing a side kick with the left foot from the frontal stance when performed by highly skilled athletes specialising in hand-to-hand combat are determined. The obtained results can be used as model characteristics for less skilled athletes.

Key words: martial arts, hand-to-hand combat, modelling, highly skilled athletes, technical skills, hand-to-hand combat technique, technical preparation.

Анотація

Вступ. В будь-якому виді спорту критично необхідно мати ефективний, науково обґрунтований зразок технічних дій спортсменів. В науково-методичній літературі пропонується декілька варіантів розробки такого зразка. Перший варіант: математичне моделювання (часто за допомогою комп'ютерних потужностей) еталонного зразка техніки виду спорту. Другий варіант: вироблення зразків на основі аналізу техніки рухових дій спортсменів високої кваліфікації. Такі зразки, або моделі створюються за результатами вимірювань біомеханічних характеристик техніки рухових дій групи провідних спортсменів. Дані таких проведених вимірювань статистично обробляються, і як результат ми отримуємо середні показники характеристик технічних дій провідних спортсменів, які називають модельними характеристиками, і їх можна вважати найбільш раціональними в будь-якому виді спорту.

Мета дослідження – розробити модельні характеристики кінематичної структури техніки бокового удару лівою ногою з фронтальної стійки висококваліфікованих спортсменів, які спеціалізуються в рукопашному бою.

Методи дослідження: аналіз літературних джерел, відеозйомка та біомеханічний відеокomp'ютерний аналіз з використанням оптико-електронної системи «Qualisys» (в складі якої сім синхронізованих камер інфрачервоного випромінювання), методи математичної статистики.

Результати. При проведенні біомеханічного аналізу кінематичної структури техніки виконання бокового удару лівою ногою з фронтальної стійки, першим етапом є визначення фазово-ритмової структури. Вище зазначений удар складається з 7 фаз: підготовки до удару, нашагування, двоногної фази, ударного руху, контакту, повернення ударної ноги на опору, повернення в бойову стійку. Перші 5 фаз це, – так званій, активний період удару метою якого є нанесення пошкоджень супернику. Дві останні фази – пасивний період удару, метою якого є повернення у вихідне положення для можливості виконання наступних дій. Загальна тривалість удару становить 1,86 с. При цьому тривалість активного періоду складає 0,85 с, тобто, 45,7% від загальної тривалості удару, а пасивний період – 1,01 с, тобто, 54,3 %. Тривалість фази підготовки до удару складає 0,27 с; завданням цієї фази є приведення всіх біоланок тіла спортсмена у найбільш вигідне положення для виконання наступних рухових дій з мінімальною інформативністю для суперника. Фаза нашагування триває 0,19 с, її завдання поставити стопи на опору в зручне положення для виконання удару. В двоногній фазі спортсмен повинен перенести вагу тіла на опорну (не ударну) ногу, тривалість цієї фази – 0,12 с. Наступна фаза – ударного руху – має за мету перемістити ударну біоланку до суперника (або спортивного снаряду: груші, лапи, тощо), її тривалість складає 0,19 с.

Висновки. Визначені показники кінематичної структури техніки виконання бокового удару лівою ногою з фронтальної стійки при виконанні спортсменами високої кваліфікації, які спеціалізуються в рукопашному бою. Отримані результати можуть бути використані як модельні характеристики для менш кваліфікованих спортсменів.

Ключові слова: єдиноборства, рукопашний бій, моделювання, висококваліфіковані спортсмени, технічна майстерність, техніка рукопашного бою, технічна підготовка.

Вступ. Однією з можливостей покращення спортивного результату є вдосконалення технічних дій спортсменів [4, 8]. Високий ступінь володіння раціональними руховими діями може дозволити спортсмену постійно показувати високий і стабільний результат,

тому на сьогоднішній день однією з найважливіших проблем у процесі спортивного тренування є - вдосконалення техніки рухів спортсмена [1, 3, 10].

Під технікою рухових дій слід розуміти спосіб організації внутрішніх і зовнішніх сил по відно-

шенню до тіла спортсмена в функціональну систему на основі мети дії, регламентованій руховими можливостями, біомеханічними критеріями оптимізації рухів, ситуаційною доцільністю, а також правилами змагань, – в сукупності представлений системою рухів,

відповідних особливостям виду спорту [5, 6, 18].

В будь-якому виді спорту критично необхідно мати ефективний та науково обґрунтований зразок технічних дій спортсменів [7, 8, 9]. В науково-методичній літературі пропонується декілька варіантів розробки такого зразка. Перший варіант: математичне моделювання (часто – за допомогою комп'ютерних потужностей) еталонного зразка техніки виду спорту. Другий варіант: вироблення зразків на основі аналізу техніки рухових дій спортсменів високої кваліфікації [10, 11, 17]. Такі зразки, або моделі, створюються за результатами вимірювань біомеханічних характеристик техніки рухових дій групи провідних спортсменів. Дані таких проведених вимірювань статистично обробляються, і, як результат, – ми отримуємо середні показники характеристик технічних дій провідних спортсменів, які називають модельними характеристиками і їх можна вважати найбільш раціональними в будь-якому виді спорту [13, 14, 16].

Гіпотеза. Передбачалось, що розробка модельних характеристик кінематичної структури прийомів базової техніки рукопашного бою висококваліфікованих спортсменів дозволить підвищити ефективність процесу вдосконалення технічної майстерності кваліфікованих спортсменів.

Мета дослідження – розробити модельні характеристики кінематичної структури техніки бокового удару лівою ногою з фронтальної стійки висококваліфікованих спортсменів, які спеціалізуються в рукопашному бою.

Матеріали і методи дослідження. Учасники. У проведених дослідженнях брали участь 12 спортсменів високої кваліфікації, які спеціалізуються в рукопашному бою. Кваліфікація яких: 7 майстрів спорту України та 5 майстрів спорту міжнародного класу. Організація дослідження: дослідження проводилися на базі лабораторії

біомеханічних технологій Національного університету фізичного виховання і спорту України. В дослідженнях були застосовані такі *методи дослідження*: аналіз наукової-методичної літератури, біомеханічний аналіз кінематичної структури рухів. Реєстрація кінематичних характеристик рухових дій відбувалася за допомогою маркерної системи реєстрації та аналізу рухів «Qualisys», це дозволило отримати показники кінематичної структури рухів в тривимірному просторі. Частота зйомки – 100 кадрів за секунду. Похибка при визначенні просторових показників – 1 міліметр на 1 метр кубічний простору, похибка за часовими показниками склала 0,01 секунди. Що забезпечило високу точність реєстрації кінематичних характеристик рухових дій спортсменів. Статистичний аналіз. Обробка отриманих даних проводилася за допомогою методів описової статистики; було визначено такі статистичні характеристики: середнє арифметичне значення вибірки, стандартне відхилення вибірки та коефіцієнт варіації [12].

Результати. При проведенні біомеханічного аналізу кінематичної структури техніки виконання бокового удару лівою ногою з фронтальної стійки першим етапом є визначення фазово-ритмової структури техніки. Показники тривалості різних фаз бокового удару лівою ногою з фронтальної стійки представлені в таблиці 1.

Удар складається з 7 фаз: підготовки до удару, нашагування, двохопорної фази, ударного руху, контакту, повернення ударної ноги на опору, повернення в бойову стійку.

Перші 5 фаз – це так званий, активний період удару, метою якого нанесення пошкоджень супернику. Дві останні фази – пасивний період удару, – метою, якого є повернення у вихідне положення для можливості виконання наступних дій. Загальна тривалість удару становить 1,86 с. При цьому тривалість активного періоду складає 0,85 с, тобто 45,7% від загальної тривалості удару, а пасивний період 1,01 с, тобто 54,3 %.

Ми більш детально розглянемо фазово-ритмову структуру активного періоду бокового удару лівою ногою з фронтальної стійки, бо саме від цієї частини технічної дії найбільше залежить її ефективність.

Тривалість фази підготовки до удару складає 0,27 с; завданням цієї фази є приведення всіх біологів тіла спортсмена в найбільш вигідне положення для виконання наступних рухових дій з мінімальною інформативністю для суперника. Фаза нашагування триває 0,19 с, її завдання – поставити стопи на опору в зручне положення для виконання удару. В двохопорній фазі спортсмени повинен перенести вагу тіла на опорну (неударну) ногу, тривалість цієї фази 0,12 с. Наступна фаза – ударно-

Таблиця 1

Тривалість різних фаз бокового удару лівою ногою з фронтальної стійки (n=12)

№	Назва фази	Тривалість фази, с		
		x	S	V, %
1	Підготовка до удару	0,27	0,031	11,5
2	Нашагування	0,19	0,02	10,5
3	Двохопорна фаза	0,12	0,014	11,7
4	Ударний рух	0,19	0,021	11,1
5	Контакт	0,08	0,009	11,3
6	Повернення ударної ноги на опору	0,49	0,051	10,4
7	Повернення в бойову стійку	0,52	0,055	10,6
	Загальна тривалість удару	1,86	0,21	11,3

го руху має за мету перемістити ударну біоланку до суперника (або спортивного снаряду: груші, лапи, тощо), її тривалість складає 0,19 с. Слід зазначити, що виконання руху у фазі ударної дії ускладняється тим, що спортсмену необхідно утримувати рівновагу на одній опорній нозі. У фазі контакту спортсмен «передає» кінетичну енергію удару тілу, що вдаряють, тривалість фази складає 0,08 с. Показники тривалості різних фаз бокового удару лівою ногою з фронтальної стійки та їх співвідношення, тобто фазово-ритмова структура у виконанні спортсменів високої кваліфікації є ефективним зразком часових характеристик техніки удару.

Ми не розглядаємо більш детально тривалість фаз повернення ударної ноги на опору та повернення в бойову стійку, оскільки в поєдинку варіативність тривалості цих фаз є дуже високою в залежності від ситуації на рингу.

Наступним етапом аналізу кінематичної структури бокового удару лівою ногою з фронтальної стійки у виконанні висококваліфікованих спортсменів є аналіз середніх швидкостей різних точок тіла спортсменів в різних фазах

руху. Отримані дані представлені в таблиці 2.

Як ми бачимо, показники середніх швидкостей точок тіла спортсменів за фазу підготовки до удару знаходяться в діапазоні від $0,06 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ до $0,7 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$. Переміщення точок тіла, відповідно, – в діапазоні: 0,016 м до 0,19 м. тобто, в цій фазі рухи тіла спортсмена практично непомітні для суперника, що є важливим показником в поєдинку.

Найбільші значення середніх швидкостей у фазі нашугування мають: правий гомілковий суглоб $3,11 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$, правий колінний суглоб $2,3 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ та правий кульшовий суглоб $1,29 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$. Бо саме правою ногою спортсмен робить крок вперед для прийняття зручного ударною дією. Швидкості інших точок тіла за цю фазу знаходяться в діапазоні від $0,38 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ до $1,12 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$. Значення переміщення біоланок за фазу нашугування складають від 0,06 м до 0,5 м.

У двоопорній фазі дещо збільшуються (у порівнянні з фазою нашугування) показники середніх швидкостей правого та лівого гомілкових суглобів до $3,53 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ та до $3,45 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ – відповідно. В цій

фазі спортсмени одночасно ставлять праву (опорну) ногу на повну стопу, щоб збільшити площу опори при виконанні ударної дії та починають рух лівої (ударної) ноги в напрямку удару, не відриваючи при цьому повністю стопу від поверхні. Швидкості ж правого та лівого колінних суглобів відповідно становлять: $1,78 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ та $3,55 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$. Тобто, постановка на опору правої ноги відбувається за рахунок згинання стопи при незначному русі коліна, а відрив лівої ноги, – навпаки, – завдяки збільшенню швидкості колінного суглобу. При цьому середні швидкості кульшових суглобів за фазу становлять: правого – $0,99 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$, а лівого – $1,15 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$. Середні швидкості за цю фазу плечових, ліктювих і променево-зап'ястних суглобів змінюються від $0,53 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ до $0,9 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$. В цій фазі тулуб починає незначно відхилятися назад, а руки практично нерухомі відносно тулубу, лише ліва рука розгинається в лікті. Переміщення точок тіла в цій фазі становлять від 0,06 м до 0,42 м.

За фазу ударного руху бокового удару лівою ногою з фронтальної стійки найвищі показники середніх швидкостей – це швидкості точок ударної біоланки ліво-

Таблиця 2

Середні значення швидкості точок тіла спортсмена в різних фазах бокового удару лівою ногою з фронтальної стійки (n=12)

Назва біоланки	Назва фази та середня швидкість біоланок за фазу $\text{м}\cdot\text{с}^{-1}$									
	Підготовка до удару		Нашагування		Двоопорна фаза		Ударний рух		Контакт	
	x	S	x	S	x	S	x	S	x	S
Правий гомілковий суглоб	0,09	0,01	3,11	0,32	3,53	0,39	0,41	0,05	0,29	0,034
Лівий гомілковий суглоб	0,06	0,01	0,38	0,041	3,45	0,41	6,67	0,71	1,04	0,11
Правий колінний суглоб	0,27	0,03	2,30	0,26	1,78	0,19	0,97	0,099	0,35	0,041
Лівий колінний суглоб	0,46	0,05	0,54	0,059	3,55	0,39	3,27	0,39	1,68	0,19
Правий кульшовий суглоб	0,42	0,04	1,29	0,15	0,99	0,13	1,34	0,17	0,43	0,049
Лівий кульшовий суглоб	0,45	0,05	1,12	0,16	1,15	0,17	1,20	0,19	0,90	0,1
Правий плечовий суглоб	0,68	0,08	0,74	0,098	0,53	0,065	0,98	0,014	0,46	0,053
Лівий плечовий суглоб	0,51	0,06	0,99	0,12	0,79	0,085	0,90	0,011	0,43	0,051
Правий ліктювий суглоб	0,62	0,07	0,86	0,091	0,52	0,066	1,11	0,13	0,77	0,079
Лівий ліктювий суглоб	0,66	0,07	0,93	0,1	0,90	0,098	2,09	0,26	0,86	0,097
Правий променево-зап'ястний суглоб	0,69	0,07	0,94	0,11	0,59	0,065	0,94	0,12	0,88	0,091
Лівий променево-зап'ястний суглоб	0,70	0,07	2,16	0,22	1,44	0,15	3,02	0,31	0,92	0,089

го гомілкового суглобу $6,67 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$, лівого колінного суглобу $3,27 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$. Швидкості правого та лівого кульшових суглобів складають $1,34 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ та $1,2 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ відповідно.

Більше значення швидкості кульшового суглобу опорної ноги пов'язане з тим, що під час ударного руху таз обертається, а також для утримання рівноваги таз та тулуб рухаються в бік, протилежний напрямку удару. Швидкості правого та лівого плечових суглобів, а також правого ліктьового та променево-зап'ястного суглобів становлять $0,98 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$, $0,9 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$, $1,11 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ та $0,94 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ відповідно. Верхня частина тулубу незначно нахилиється в напрямку, протилежному від удару, а права рука практично нерухома відносно тулубу. Середня швидкість за фазу ліктьового суглобу лівої руки складає $2,09 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$, а променево-зап'ястного – $3,02 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$. Спортсмени відводять від тулубу плече лівої руки та розгинають її в лікті, щоб не зачепити ударну ногу. Переміщення точок тіла спортсменів за фазу ударного руху становить від $0,08$ до $1,27 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$.

За фазу контакту середні швидкості всіх точок тіла спортсменів зменшують у порівнянні з фазою ударної дії. Так, швидкість ударної біоланки зменшується від $6,67 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ до $1,04 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$, тобто, на $5,63 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$. Це свідчить про ефективну передачу кінетичної енергії удару спортивному снаряду. Середні

швидкості всіх точок тіла за цю фазу знаходяться в діапазоні від $0,29 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ до $1,68 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$, а переміщення: від $0,02 \text{ м}$ до $0,13 \text{ м}$.

Дискусія. У єдиноборствах спортивна техніка представлена широким різноманіттям прийомів та дій, а також складністю змагальних ситуацій [1, 2, 3, 18]. Тому процес пошуку найбільш ефективних технічних елементів у таких видах спорту, як і раніше, перебуває в полі уваги фахівців. Удосконалення техніки рухових дій, на думку багатьох авторів [7, 12, 17], є важливим та невід'ємним компонентом цілісної системи спортивного тренування, оскільки техніка є одним із вирішальних факторів у реалізації рухового потенціалу спортсмена. Нині одним із перспективних напрямів вирішення проблеми підвищення ефективності системи підготовки спортсменів багато фахівців [8, 9, 16] бачать у вдосконаленні техніки рухових дій на основі її моделювання. Отримані нами результати досліджень доповнюють дані літературних джерел, щодо вдосконалення техніки виконання прийомів рукопашного бою. Також можуть бути використані кваліфікованими спортсменами як еталонний зразок техніки рухових дій.

Висновки. Визначені показники кінематичної структури техніки виконання бокового удару лівою ногою з фронтальної стійки при виконанні спортсменами

високої кваліфікації, які спеціалізуються в рукопашному бої. Отримані результати можуть бути використані як модельні характеристики для менш кваліфікованих спортсменів.

Подальший аналіз ситуації передбачає розробку концепції формування базової техніки рухових дій у юних спортсменів, які спеціалізуються в рукопашному бою.

Фінансування. Наукова робота не має спеціального фінансування та виконана у відповідності до тематичного плану наукових досліджень кафедри спортивних єдиноборств і силових видів спорту Національного університету фізичного виховання і спорту України на 2021–2025 рр. за темою «Теоретико-методичні основи біомеханічних технологій у фізичному вихованні, спорті, реабілітації з урахуванням індивідуальних особливостей моторики людини», номер державної реєстрації 0121U107944.

Вдячності. Висловлюємо вдячність керівництву та науково-педагогічним працівникам кафедри кінезіології та фізкультурно-спортивної реабілітації Національного університету фізичного виховання і спорту України за можливість проведення досліджень.

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

Література

1. Вако І.І. Визначення помилок, що допускають юні спортсмени, які спеціалізуються в рукопашному бою, при освоєнні бокових ударів руками. *Реабілітаційні та фізкультурно-рекреаційні аспекти розвитку людини (Rehabilitation & recreation)*. 2021.9. С. 23-28. DOI <https://doi.org/10.32782/2522-1795.2021.9.3>
2. Вако І.І., Радченко Ю.А. Структура успішності змагальної діяльності в змішаних єдиноборства (на прикладі рукопашного бою). *Спортивний вісник Придніпров'я*. 2022. 2. С. 111-122. DOI: 10.32540/2071-1476-2022-2-111

References

1. Vako I.I. The most important blows that are allowed by young athletes who specialize in hand-to-hand combat, when mastering side punches with their hands. *Rehabilitation & recreation*. 2021.9. Z. 23-28. DOI <https://doi.org/10.32782/2522-1795.2021.9.3>
2. Vako I.I., Radchenko Yu.O. The structure of success in martial arts in mixed martial arts (in hand-to-hand combat). *Sports newsletter of the Dnieper region*. 2022. 2. pp. 111-122. DOI: 10.32540/2071-1476-2022-2-111
3. Vako I. Characteristics of moves that are allowed by young athletes who specialize in hand-to-hand combat, when mastering kicks. *Physical culture, sports and the*

3. Вако І. Характерні помилки, що допускають юні спортсмени, які спеціалізуються в рукопашному бою, при освоєнні ударів ногами. *Фізична культура, спорт та здоров'я нації*. 2022;13 (32). С. 134-42. DOI: 10.31652/2071-5285-2022-13(32)-134-142
4. Вако І. І., Жирнов О. В. Особливості техніки удару правою рукою знизу в голову з фронтальної стійки спортсменами високої кваліфікації, які спеціалізуються на рукопашному бою. *OLYMPICUS*. 2023. 3. С. 34-40. DOI <https://doi.org/10.24195/olympicus/2023-3.6>
5. Кашуба В., Литвиненко Ю., Вако І. Особливості техніки бокового удару рукою на ближній дистанції висококваліфікованих спортсменів, які спеціалізуються в рукопашному бою. *Науковий часопис НПУ імені М.П. Драгоманова*. 2020. 8. (128)2. С. 83-87. DOI: [https://doi.org/10.31392/NPU-nc.series15.2020.8\(128\).19](https://doi.org/10.31392/NPU-nc.series15.2020.8(128).19)
6. Кашуба В., Литвиненко Ю., Вако І. Відмінні риси техніки бокового удару рукою на ближній дистанції спортсменів різної кваліфікації, які спеціалізуються в рукопашному бою. *Молодіжний науковий вісник Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки*. 2020. 37. С. 131-37.
7. Радченко Ю.А., Вако І.І. Модельні характеристики техніко-тактичної підготовленості найсильніших спортсменів у змішаних єдиноборствах (на прикладі рукопашного бою). *Фізична культура, спорт та здоров'я нації*. 2022. 14 (33). С. 74-83. DOI: [https://doi.org/10.31652/2071-5285-2022-14\(33\)-74-83](https://doi.org/10.31652/2071-5285-2022-14(33)-74-83)
8. Gamalii V., Potop V., Lytvynenko Y., Shevchuk O. Practical use of biomechanical principles of movement organization in the analysis of human motor action. *Journal of Physical Education and Sport*. 2018. 18(2). 874-7.
9. Kashuba V., Khmelniiska I., Krupenya S. Biomechanical analysis of skilled female gymnasts' technique in «round-off, flic-flac» type on the vault table. *Journal of Physical Education and Sport*, 2012. (4), 431-435.
10. Kashuba V., Litvinenko Y., Vako I. On the use of optoelectronic motion registration systems in biomechanical analysis of strike techniques. *Journal of Education, Health and Sport*. 2017;7(3):939-948. eISSN 2391-8306. Доступно: DOI <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.4546285> <http://ojs.ukw.edu.pl/index.php/johs/article/view/7848>
11. Kashuba V., Litvinenko Y., Vako I. Biomechanical analysis of hook technique at close reach of athletes specializing in hand-to-hand combat. *Journal of Education, Health and Sport*. 2017;7(4):1030-1041. eISSN 2391-8306. Доступно: DOI <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.4546535> <http://ojs.ukw.edu.pl/index.php/johs/article/view/7849>
12. Kashuba V., Stepanenko O., Byshevets N., Kharchuk O., Savliuk S., Bukhovets B., Grygus I., Napierała health of the nation. 2022; 13 (32). Z. 134-42. DOI: 10.31652/2071-5285-2022-13(32)-134-142
4. Wako I. I., Zhirnov O. V. Features of the technique of hitting the head with the right hand from below from a frontal stance by highly qualified athletes who specialize in hand-to-hand combat. *OLYMPICUS*. 2023. 3. pp. 34-40. DOI <https://doi.org/10.24195/olympicus/2023-3.64>.
5. Kashuba V., Litvinenko Y., Vako I. Features of the technique of a side hand strike at close range for highly qualified athletes who specialize in hand-to-hand combat. *Scientific journal of NPU named after M.P. Dragomanova*. 2020. 8. (128)2. Z. 83-87. DOI: [https://doi.org/10.31392/NPU-nc.series15.2020.8\(128\).19](https://doi.org/10.31392/NPU-nc.series15.2020.8(128).19)
6. Kashuba V., Litvinenko Y., Vako I. Extensive examples of side hand strike techniques at close range for athletes of various qualifications who specialize in hand-to-hand combat. *Youth scientific newsletter of the Similar European National University named after Lesya Ukraine*. 2020. 37. pp. 131-37.
7. Radchenko Yu.O., Vako I.I. Model characteristics of technical and tactical preparedness of the strongest athletes in mixed martial arts (in hand-to-hand combat). *Physical culture, sports and the health of the nation*. 2022. 14 (33). pp. 74-83. DOI: [https://doi.org/10.31652/2071-5285-2022-14\(33\)-74-83](https://doi.org/10.31652/2071-5285-2022-14(33)-74-83)
8. Gamalii V., Potop V., Lytvynenko Y., Shevchuk O. Practical use of biomechanical principles of movement organization in the analysis of human motor action. *Journal of Physical Education and Sport*. 2018. 18(2). 874-7.
9. Kashuba V., Khmelniiska I., Krupenya S. Biomechanical analysis of skilled female gymnasts' technique in «round-off, flic-flac» type on the vault table. *Journal of Physical Education and Sport*, 2012. (4), 431-435.
10. Kashuba V., Litvinenko Y., Vako I. On the use of optoelectronic motion registration systems in biomechanical analysis of strike techniques. *Journal of Education, Health and Sport*. 2017;7(3):939-948. eISSN 2391-8306. Доступно: DOI <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.4546285> <http://ojs.ukw.edu.pl/index.php/johs/article/view/7848>
11. Kashuba V., Litvinenko Y., Vako I. Biomechanical analysis of hook technique at close reach of athletes specializing in hand-to-hand combat. *Journal of Education, Health and Sport*. 2017;7(4):1030-1041. eISSN 2391-8306. Доступно: DOI <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.4546535> <http://ojs.ukw.edu.pl/index.php/johs/article/view/7849>
12. Kashuba V., Stepanenko O., Byshevets N., Kharchuk O., Savliuk S., Bukhovets B., Grygus I., Napierała M., Skaliy T., Hagner-Derengowska M., Zukow W. (2020). Formation of Human Movement and Sports Skills in Processing Sports-pedagogical and

- M., Skaliy T., Hagner-Derengowska M., Zukow W. (2020). Formation of Human Movement and Sports Skills in Processing Sports-pedagogical and Biomedical Data in Masters of Sports. *International Journal of Human Movement and Sports Sciences*, 8(5), 249-257. DOI:10.13189/saj.2020.080513
13. Kindzer B., Danylevych M., Ivanochko V., Hrybovska I., Kashuba Y., Grygus I., Napierala M., Smolenska O., Ostrowska M., Hagner-Derengowska M., Muszkieta R., Zukow W. (2021). Improvement of special training of karatists for kumite competitions using Kata. *Journal of Physical Education and Sport*, Vol. 21 (5), 2466-2472.
14. Vako I. Modern video recording systems of motor techniques: practical aspect. *Pedagogy and Psychology of Sport*. 2019;5(1):121-130. eISSN 2450-6605. DOI <http://dx.doi.org/10.12775/PPS.2019.05.01.008><http://apcz.umk.pl/czasopisma/index.php/PPS/article/view/PPS.2019.05.01.008> <https://zenodo.org/record/4547384>
15. Vako I. Didactic biomechanics: a modern trend of scientific research. *Pedagogy and Psychology of Sport*. 2020;6(1):152-161. eISSN 2450-6605. DOI <http://dx.doi.org/10.12775/PPS.2020.06.01.012>. <https://apcz.umk.pl/czasopisma/index.php/PPS/article/view/PPS.2020.06.01.012> <https://zenodo.org/record/>
16. Vako I. Biomechanical modelling as a method of studying athlete's motor actions. *Pedagogy and Psychology of Sport*. 2020;6(3):127-134. eISSN 2450-6605. DOI <http://dx.doi.org/10.12775/PPS.2020.06.03.010> <https://apcz.umk.pl/czasopisma/index.php/PPS/article/view/PPS.2020.06.03.010> <https://zenodo.org/record/4548038>
17. Vako I., Kashuba V., Litvinenko Y., Goncharova N., Samolenko T., Tarasyuk V., Nikitenko O., Kovalchuk L. Identification of distinctive biomechanical features of the technique of side hand strike at close range of athletes of different qualifications specializing in hand-to-hand combat. 2021. *Journal of Physical Education and Sport*. 2835–2841. DOI:10.7752/jpes.2021.s5377
18. Vako I. I., Grygus I. M., Nikitenko O. V. The use of modern multimedia resources practice of sports and physical education. *Rehabilitation & Recreation*. 2023. 14. 258-268. DOI <https://doi.org/10.32782/2522-1795.2023.14.31>
- Biomedical Data in Masters of Sports. *International Journal of Human Movement and Sports Sciences*, 8(5), 249-257. DOI:10.13189/saj.2020.080513
13. Kindzer B., Danylevych M., Ivanochko V., Hrybovska I., Kashuba Y., Grygus I., Napierala M., Smolenska O., Ostrowska M., Hagner-Derengowska M., Muszkieta R., Zukow W. (2021). Improvement of special training of karatists for kumite competitions using Kata. *Journal of Physical Education and Sport*, Vol. 21 (5), 2466-2472.
14. Vako I. Modern video recording systems of motor techniques: practical aspect. *Pedagogy and Psychology of Sport*. 2019;5(1):121-130. eISSN 2450-6605. DOI <http://dx.doi.org/10.12775/PPS.2019.05.01.008><http://apcz.umk.pl/czasopisma/index.php/PPS/article/view/PPS.2019.05.01.008> <https://zenodo.org/record/4547384>
15. Vako I. Didactic biomechanics: a modern trend of scientific research. *Pedagogy and Psychology of Sport*. 2020;6(1):152-161. eISSN 2450-6605. DOI <http://dx.doi.org/10.12775/PPS.2020.06.01.012>. <https://apcz.umk.pl/czasopisma/index.php/PPS/article/view/PPS.2020.06.01.012> <https://zenodo.org/record/>
16. Vako I. Biomechanical modelling as a method of studying athlete's motor actions. *Pedagogy and Psychology of Sport*. 2020;6(3):127-134. eISSN 2450-6605. DOI <http://dx.doi.org/10.12775/PPS.2020.06.03.010> <https://apcz.umk.pl/czasopisma/index.php/PPS/article/view/PPS.2020.06.03.010> <https://zenodo.org/record/4548038>
17. Vako I., Kashuba V., Litvinenko Y., Goncharova N., Samolenko T., Tarasyuk V., Nikitenko O., Kovalchuk L. Identification of distinctive biomechanical features of the technique of side hand strike at close range of athletes of different qualifications specializing in hand-to-hand combat. 2021. *Journal of Physical Education and Sport*. 2835–2841. DOI:10.7752/jpes.2021.s5377
18. Vako I. I., Grygus I. M., Nikitenko O. V. The use of modern multimedia resources practice of sports and physical education. *Rehabilitation & Recreation*. 2023. 14. 258-268. DOI <https://doi.org/10.32782/2522-1795.2023.14.31>

Вако Ілля

Національний університет фізичного виховання і спорту України
01027, м. Київ, вул. Фізкультури, 1
<https://orcid.org/0000-0002-0541-5761>

Жирнов Олександр

Національний університет фізичного виховання і спорту України
01027, м. Київ, вул. Фізкультури, 1
<https://orcid.org/0000-0003-3454-1342>