



ОСОБЛИВОСТІ КІНЕМАТИЧНОЇ  
СТРУКТУРИ ТЕХНІКИ ПРЯМОГО УДАРУ  
ЛІВОЮ РУКОЮ З ЛІВОСТОРОННЬОЇ  
СТІЙКИ У ВИСОКОКВАЛІФІКОВАНИХ  
СПОРТСМЕНІВ, ЯКІ СПЕЦІАЛІЗУЮТЬСЯ  
В РУКОПАШНОМУ БОЮ

*Вако Ілля, Жирнов Олександр*

*Національний університет фізичного виховання і спорту України*

**DOI: 10.32540/2071-1476-2023-3-099**

**Annotation**

**Introduction.** Mixed martial arts refers to sports in which a complex technical arsenal of both striking and wrestling technical and tactical actions is used to achieve an advantage over an opponent. A wide arsenal of technical actions and a wide range of potential conflict situations that regularly occur during a competitive fight, including in hand-to-hand combat, determine the specifics of operations, actions and mechanisms for their improvement. And the fight itself is characterised by a limited time for attacking and defensive actions, dynamic changes in competitive situations and the need to maintain a high level of performance against the background of increasing fatigue and constant active opposition of the opponent. Today, the formation and improvement of sports technique is carried out on the basis of quantitative data obtained with the help of modern optoelectronic systems for recording athlete's body movements.

**The aim of the research** is to determine the peculiarities of the kinematic structure of the technique of a direct left hand strike from a left-handed stance in highly skilled sportsmen specialising in hand-to-hand combat.

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

**Results.** Sports and technical skills, as an element of the integral process of sports training, occupies one of the priority places in the overall structure of sports skills. Today, the formation and improvement of sports technique is carried out on the basis of quantitative data obtained with the help of modern optoelectronic systems for recording athlete's body movements. Video recording systems allow to obtain objective two- and three-dimensional quantitative characteristics of the athlete's body movement, which fully satisfies the necessary metrological requirements for biomechanical analysis, synthesis and modelling.

**Conclusions.** Unlike side kicks and low kicks in straight punches there is no swing phase, which reduces the overall duration of the kick. In the case of a straight left-handed kick from a left-handed stance, the preparatory period consists only of the preparation phase, which lasts only 0.14 s. Directly, the punch, which consists of the phases of kicking motion and contact, lasts 0.17 s, the duration of these phases is 0.12 s and 0.05 s, respectively. Since the phase of preparation for a kick is characterised by minimal information for the opponent, the opponent has a very limited period of time to react to such a kick, which is almost equal to the duration of the phases of the kicking motion. This makes the left straight kick from the left-hand stance unexpected for the opponent and therefore practically the most effective and most often used in the fight. The active part of the kick (consisting of the phases of

preparation for the kick, kick movement and contact) lasts only 0.31 s, which is 43% of the total duration of the kick, and the duration of the return to the starting position phase is 0.41 s, i.e. 57% of the duration of the motor action.

**Key words:** martial arts, hand-to-hand combat, highly skilled athletes, technical skill, hand-to-hand combat technique, technical training.

### Анотація

**Вступ.** Змішані єдиноборства відносяться до видів спорту, в яких для досягнення переваги над суперником застосовується комплексний технічний арсенал як ударних, так і борцівських техніко-тактичних дій. Широкий арсенал технічних дій і широкий спектр потенційних конфліктних ситуацій, які регулярно виявляються в ході змагального поєдинку, зокрема, і в рукопашному бою, детермінують особливості операцій, дій і механізми їх удосконалення. А сам бій характеризуються обмеженням часу для виконання атакуючих та захисних дій, динамічною зміною змагальних ситуацій та необхідністю підтримки високого ступеня працездатності на фоні наростаючої втоми та постійного активного супротиву суперника. На сьогоднішній день формування і вдосконалення спортивної техніки здійснюється на підставі кількісних даних, які отримані за допомогою сучасних оптико-електронних систем реєстрації рухів тіла спортсмена.

**Мета дослідження** – визначити особливості кінематичної структури техніки прямого удару лівою рукою з лівосторонньої стійки у 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.** Спортивно-технічна майстерність, як елемент цілісного процесу спортивної підготовки, займає одне з пріоритетних місць в загальній структурі спортивної майстерності. На сьогоднішній день формування і вдосконалення спортивної техніки здійснюється на підставі кількісних даних, які отримані за допомогою сучасних оптико-електронних систем реєстрації рухів тіла спортсмена. Системи відеореєстрації дозволяють отримати об'єктивні дво- і тривимірні кількісні характеристики руху тіла спортсмена, що в повній мірі задовольняє необхідні метрологічні вимоги до проведення біомеханічного аналізу, синтезу і моделювання.

**Висновки.** На відміну від бокових ударів та ударів знизу, в прямих ударах відсутня фаза замаху, що скорочує загальну тривалість удару. При виконанні прямого удару лівою рукою з лівосторонньої стійки підготовчий період складається лише з фази підготовки до удару, яка триває лише 0,14 с. Безпосередньо удар, який складається з фаз ударного руху та контакту триває 0,17 с, тривалість зазначених фаз 0,12 с та 0,05 с відповідно. Оскільки фаза підготовки до удару характеризується мінімальною інформативністю для суперника, то для реагування на такий удар суперник має дуже обмежений відрізок часу, який практично дорівнює тривалості фаз ударного руху. Що робить лівий прямий удар з лівосторонньої стійки несподіваним для суперника і тому практично найрезультативнішим і таким, який найчастіше використовується у поєдинку. Активна частина удару (яка складається з фаз підготовки до удару, ударного руху та контакту) триває всього 0,31 с що складає 43% від загальної тривалості удару, а тривалість фази повернення у вихідне положення складає 0,41 с, тобто 57 % від тривалості рухової дії.

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

**Вступ.** Спортивна підготовка у рукопашному бою – багатосторонній процес цілеспрямованого використання знань, засобів, методів та умов, що дозволяє спрямовано впливати на розвиток спортсмена і забезпечити необхідну ступінь його готовності до спортивних досягнень. Включає систему змагань, систему тренувань, охоплюючи всі сторони підготовки, і додаткові фактори підвищення ефективності змагальної

і тренувальної діяльності [6, 14, 15, 16].

Аналіз наукової літератури засвідчує узгоджену думку науковців [1, 2, 3] про те, що фізична й технічна підготовка є головними точками опори, через які проходить центральна ось системи інтегральної підготовки. Навколо цієї осі групуються решта видів підготовки та будується їхня структурна взаємодія. Види підготовки не мають чітких меж,

які різко відділяють їх одна від одної, вони навпаки взаємодіють між собою. Цим сучасна система підготовки відрізняється від попередніх, де чітко відокремлювався кожний з видів підготовки, що має свої характерні риси, відрізняється завданнями, що стоять перед спортсменами у процесі її реалізації, засобами і методами [9, 10].

Технічна підготовка – процес засвоєння техніки виконання спеціальних вправ, прийомів, їхніх

різноманітних комбінацій, які застосовуються у рукопашному бою [12, 17].

**Гіпотеза.** Передбачалось, що визначення особливостей кінематичної структури базової техніки рукопашного бою, буде орієнтиром для вдосконалення технічної майстерності кваліфікованих спортсменів.

**Мета дослідження** – визначити особливості кінематичної структури техніки прямого удару лівою рукою з лівосторонньої стійки у висококваліфікованих спортсменів, які спеціалізуються в рукопашному бою.

**Матеріали і методи дослідження.** *Учасники.* У проведених дослідженнях брали участь 12 висококваліфікованих спортсменів. Серед яких було 7 майстрів спорту України та 5 майстрів спорту міжнародного класу. Організація дослідження: дослідження були проведені на базі лабораторії біомеханічних технологій Національного університету фізичного виховання і спорту України. Були застосовані наступні *методи дослідження*: аналіз наукової та методичної літератури, біомеханічний аналіз кінематичної структури рухів. Реєстрація кінематичних характеристик прийомів відбувалася за допомогою маркерної системи реєстрації та аналізу рухів «Qualisys», що дозволило зафіксувати данні в тримірному просторі. Частота зйомки складала 100 кадрів за секунду. Похибка при визначенні просторових показників склала 1 міліметр на 1 метр кубічний простору, похибка за часовими показниками склала 0,01 секунди. Щоб забезпечити високу точність реєстрації кінематичних характеристик рухових дій спортсменів (рис. 1). **Статистичний аналіз.** Обробка отриманих даних проводилася за допомогою описової статистики. Було визначено наступні статистичні характеристики: середнє арифметичне значення вибірки,



**Рис. 1.** Відеореєстрація техніки рухових дій кваліфікованих спортсменів, які спеціалізуються у рукопашному бою представлено за допомогою системи «Qualisys Motion Capture»

стандартне відхилення вибірки, коефіцієнт варіації [11].

**Результати.** Першим етапом аналізу було визначення фазової структури рухової дії та фіксація часових біомеханічних характеристик. Прямий удар лівою рукою з лівосторонньої стійки умовно поділяється на такі фази: 1 фаза – підготовка до удару; 2 фаза – ударний рух; 3 фаза – контакт з лапою; 4 – повернення у вихідне положення.

Отримані дані щодо тривалості окремих фаз прямого удару лівою рукою з лівосторонньої стійки представлені в таблиці 1.

На відміну від бокових ударів та ударів знизу, в прямих ударах відсутня фаза замаху, що скорочує загальну тривалість удару. При виконанні прямого удару лівою рукою з лівосторонньої стійки підготовчий період скла-

дається лише з фази підготовки до удару, яка триває 0,14 с. Безпосередньо удар, який складається з фаз ударного руху та контакту, триває 0,17 с, тривалість зазначених фаз 0,12 с та 0,05 с відповідно.

Оскільки фаза підготовки до удару характеризується мінімальною інформативністю для суперника, то для реагування на такий удар суперник має дуже обмежений відрізок часу, який практично дорівнює тривалості фаз ударного руху. Це робить лівий прямий удар з лівосторонньої стійки несподіваним для суперника і тому практично найрезультативнішим і таким, який найчастіше використовується у поєдинку. Активна частина удару (яка складається з фаз підготовки до удару, ударного руху та контакту) триває всього 0,31 с, що складає 43 % від загальної тривалості удару, а тривалість фази повернення у вихідне положення складає 0,41 с, тобто 57 % від тривалості рухової дії.

Наступним етапом аналізу рухової дії є аналіз куткових величин в суглобах спортсмена в граничні моменти прямого удару лівою рукою з лівосторонньої стійки, тобто, в моменти часу між фазами руху.

Для більш детального аналізу рухів спортсмена у фазі підготовки до удару проаналізуємо кутові переміщення у суглобах. Показники кутів у суглобах та амплітуди рухів у цій фазі представлені в таблиці 2.

Таблиця 1

**Тривалість різних фаз прямого удару лівою рукою з лівосторонньої стійки у висококваліфікованих спортсменів, що спеціалізуються в рукопашному бої (n=12)**

№	Назва фази	Тривалість фази, с		
		X	S	V, %
1	Підготовка до удару	0,14	0,015	10,7
2	Ударний рух	0,12	0,011	9,2
3	Контакт	0,05	0,006	12,0
4	Повернення у вихідне положення	0,41	0,038	9,3
	Загальна тривалість удару	0,72	0,081	11,3

Основним завданням спортсмена у фазі підготовки до удару є прийняття такого положення тіла, яке дозволить найефективніше виконати безпосередньо удар. Як ми бачимо, з даних, приведених у таблиці, найбільше за цю фазу рухової дії змінюється кут в колінному суглобі лівої ноги (на 24,2 градуси), при цьому амплітуда руху в лівому кульшовому суглобі мінімальна – 1,6°. В цей час у кульшовому та колінному суглобах правої ноги кутові показники змінюються на 11,1° та 9° відповідно. Такі рухи ніг спортсмена дозволяють змінити положення загального центру маси тіла та перенести більшу частину ваги на ліву ногу, що дозволить підвищити ефективність подальших складових удару. З тією ж метою (переміщення загального центру маси тіла) спортсмен змінює положення правої (не ударної) руки, збільшуючи кути в

правому плечовому та ліктьовому суглобах на 7,7° та 8,1° відповідно. Проте зміни положення біоланок відносно одне одного в лівому ліктьовому суглобі (ударної руки) практично немає, амплітуда руху складає лише 0,2°, що повинно робити удар менш помітним для суперника.

В таблиці 3 представлені показники кутів у суглобах та амплітуди рухів у фазі ударного руху.

Під час виконання ударної дії найбільші зміни кутових величин спостерігаються в ліктьовому та плечовому суглобах ударної руки. У ліктьовому суглобі – від 53,4° до 145,8°, тобто амплітуда руху складає 92°. В лівому плечовому суглобі на початку фази кут складає 62,8°, а в момент закінчення – 109,3°, тобто амплітуда руху складає 46,5°. При виконанні прямого удару лівою рукою з лівосторонньої стійки є суттєва осо-

бливість: це відсутність розвороту тулуба під час виконання ударної дії. Тому біомеханічний механізм передачі кінетичної енергії від ніг та тулуба до ударної біоланки має специфічні особливості. Як ми можемо бачити з даних, представлених в таблиці 3, рух тазу та тулуба спортсмена в напрямку удару відбувається за рахунок згинання лівої ноги в колінному суглобі на 31,2° та в кульшовому на – 10° та в кульшовому суглобі правої ноги – на 12,6°.

Подальший аналіз присвячено швидкісним характеристикам лівого прямого удару рукою з лівосторонньої стійки. Якщо немає можливості виміряти силу удару, то одним з критеріїв ефективності удару може бути використання швидкості ударної біоланки. На рисунку 2 представлено динаміку швидкості лівого зап'ястка.

Таблиця 2

**Кутові характеристики положення тіла спортсмена у фазі підготовки до удару при виконанні прямого удару лівою рукою з лівосторонньої стійки (n=12)**

Назва суглобу	Кут в момент початку фази, °			Кут в момент закінчення фази, °			Амплітуда руху, °		
	$\dot{X}$	S	V, %	$\dot{X}$	S	V, %	$\dot{X}$	S	V, %
Колінний лівий	<b>134,5</b>	11,9	8,8	<b>110,3</b>	10,8	9,8	<b>-24,2</b>	2,1	8,7
Колінний правий	<b>130,6</b>	12,6	9,6	<b>141,7</b>	12,3	8,7	<b>11,1</b>	0,98	8,8
Кульшовий лівий	<b>131,8</b>	12,9	9,8	<b>133,4</b>	10,9	8,2	<b>1,6</b>	0,11	6,9
Кульшовий правий	<b>133,7</b>	13,2	9,9	<b>124,7</b>	11,6	9,3	<b>-9</b>	0,7	8
Плечовий лівий	<b>69</b>	6,4	9,3	<b>62,8</b>	5,7	9,1	<b>-6,2</b>	0,61	9,8
Плечовий правий	<b>51,4</b>	5,2	10,1	<b>58,1</b>	5,3	9,1	<b>7,7</b>	0,68	8,8
Ліктьовий лівий	<b>53,6</b>	4,9	9,1	<b>53,4</b>	4,8	9,2	<b>-0,2</b>	0,01	6
Ліктьовий правий	<b>43,5</b>	4,1	9,4	<b>51,6</b>	4,6	8,9	<b>8,1</b>	0,72	8,9

Таблиця 3

**Кутові характеристики положення тіла спортсмена у фазі ударного руху при виконанні прямого удару лівою рукою з лівосторонньої стійки (n=12)**

Назва суглобу	Кут в момент початку фази, °			Кут в момент закінчення фази, °			Амплітуда руху, °		
	$\dot{X}$	S	V, %	$\dot{X}$	S	V, %	$\dot{X}$	S	V, %
Колінний лівий	<b>110,3</b>	10,8	9,8	<b>141,5</b>	14,8	10,5	<b>31,2</b>	2,8	9,0
Колінний правий	<b>141,7</b>	12,3	8,7	<b>140,1</b>	13,6	9,7	<b>-1,6</b>	0,12	-7,5
Кульшовий лівий	<b>133,4</b>	10,9	8,2	<b>143,4</b>	13,9	9,7	<b>10</b>	9,2	92,0
Кульшовий правий	<b>124,7</b>	11,6	9,3	<b>137,3</b>	13,6	9,9	<b>12,6</b>	11,1	88,1
Плечовий лівий	<b>62,8</b>	5,7	9,1	<b>109,3</b>	9,87	9,0	<b>46,5</b>	4,7	10,1
Плечовий правий	<b>58,1</b>	5,3	9,1	<b>51,3</b>	4,9	9,6	<b>-6,8</b>	0,71	-10,4
Ліктьовий лівий	<b>53,4</b>	4,8	9,2	<b>145,8</b>	14,7	10,1	<b>92,4</b>	8,9	9,6
Ліктьовий правий	<b>51,6</b>	4,6	8,9	<b>55,3</b>	5,4	9,8	<b>3,7</b>	0,35	9,5

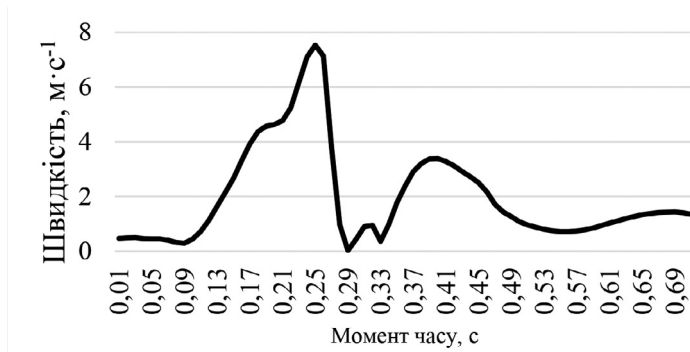


Рис. 2. Динаміка швидкості зап'ястку лівої руки при виконанні лівого прямого удару з лівосторонньої стійки

Таким чином, аналізуючи динаміку швидкості ударної біоланки на рисунку 1, ми бачимо, що до моменту часу 0,14 с, тобто, в фазі підготовки до удару швидкість збільшується до значення 1,64 м·с<sup>-1</sup>. Слід зазначити, що в першій частині фази підготовки до удару (до моменту часу 0,09 с) швидкість зап'ястку незначно зменшується від 0,47 м·с<sup>-1</sup> до 0,29 м·с<sup>-1</sup> відповідно. А за останні 0,04 секунди зростає. У фазі виконання ударної дії за перші 0,04 секунди тривалості цієї фази (до моменту часу 0,18 с) швидкість збільшується до 4,38 м·с<sup>-1</sup>, потім динаміка зростання швидкості дещо знижується (від моменту часу 0,18 с до моменту часу 0,2 с швидкість збільшується лише до 4,78 м·с<sup>-1</sup>, тобто на 0,4 м·с<sup>-1</sup>). І за наступні 0,04 секунди (до закінчення фази ударної дії) швидкість зростає до 7,43 м·с<sup>-1</sup>. За фазу контакту швидкість зменшується до 0,02 м·с<sup>-1</sup>, що вказує на дуже ефективну пе-

редачу кінетичної енергії удару вдареному тілу.

**Дискусія.** Процес удосконалення технічної підготовки юних спортсменів неможливий без поглибленого дослідження структури рухових дій, вивчення механізмів їх конструкцій, а також способів керування рухами [4, 8, 15].

Отримані результати доповнюють дані спеціальної літератури з питань управління рухом спортсмена [10, 13, 14], переконливо вказуючи на високий ступінь важливості не лише провідного рівня в управлінні рухами (коркового рівня довільних рухів), а й так званих «фонових рівнів», що відповідають за управління мимовільними рухами, про що свідчить унесення ефективних корекцій у власні дії висококваліфікованих спортсменів за доли секунд до вирішальних моментів технічного виконання тієї чи іншої спортивної вправи [5, 16].

**Висновки.** Встановлено, що, у спортсменів високої кваліфікації відзначається досить висока узгодженість включення окремих біоланок при виконанні прямого удару лівою рукою з лівосторонньої стійки у висококваліфікованих спортсменів, які спеціалізуються в рукопашному бою.

**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 та 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*

## References

1. Vako I.I. Determination of mistakes made by young athletes specialising in hand-to-hand combat when mastering side kicks. *Rehabilitatsiini ta fizkulturno-rekreatsiini aspektu rozvytku liudyny (Rehabilitation & recreation)*. 2021.9. S. 23-28. DOI <https://doi.org/10.32782/2522-1795.2021.9.3> (in Ukrainian)
2. Vako I.I., Radchenko Yu.O. The structure of success of competitive activity in mixed martial arts (on the example of hand-to-hand combat). *Sportyvnyi*

- вісник Придніпров'я. 2022. 2. С. 111-122. DOI: 10.32540/2071-1476-2022-2-111
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. 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)
  5. 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.
  6. 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)
  7. 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.
  8. 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.
  9. 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>.
  10. 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>.
  11. 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 visnyk Prydniprovia. 2022. 2. S. 111-122. DOI: 10.32540/2071-1476-2022-2-111 (in Ukrainian)
  3. Vako I. Typical mistakes made by young athletes specialising in hand-to-hand combat when mastering kicks. *Fizychna kultura, sport ta zdorovia natsii*. 2022; 13 (32). S. 134-42. DOI: 10.31652/2071-5285-2022-13(32)-134-142 (in Ukrainian)
  4. Kashuba V., Lytvynenko Yu., Vako I. Peculiarities of the technique of a side hand strike at close range of highly skilled athletes specialising in hand-to-hand combat. *Naukovyi zhurnal NPU imeni M.P. Drahomanova*. 2020. 8. (128)2. S. 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) (in Ukrainian)
  5. Kashuba V., Lytvynenko Yu., Vako I. Distinctive features of the technique of a side hand strike at close range of athletes of different qualifications specialising in hand-to-hand combat. *Molodizhnyi naukovyi visnyk Skhidnoievropeiskoho natsionalnoho universytetu imeni Lesi Ukrainky*. 2020. 37. S. 131-37. (in Ukrainian)
  6. Radchenko Yu.O., Vako I.I. Model characteristics of technical and tactical preparedness of the strongest athletes in mixed martial arts (on the example of hand-to-hand combat). *Fizychna kultura, sport ta zdorovia natsii*. 2022. 14 (33). S. 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) (in Ukrainian)
  7. 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.
  8. 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.
  9. 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>.
  10. 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>.
  11. 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

- Biomedical Data in Masters of Sports. *International Journal of Human Movement and Sports Sciences*, 8(5), 249-257. DOI:10.13189/saj.2020.080513
12. 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.
  13. 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>
  14. 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/>.
  15. 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>.
  16. 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
  17. 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>
  12. 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.
  13. 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>
  14. 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/>.
  15. 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>.
  16. 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
  17. 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>

#### Вакo Ілля

Національний університет фізичного виховання і спорту України  
м.Київ, вулиця Фізкультури, 1, 02000, Україна  
<https://orcid.org/orcid.org/0000-0002-0541-5761>

#### Жирнов Олександр

Національний університет фізичного виховання і спорту України  
м.Київ, вулиця Фізкультури, 1, 02000, Україна  
<https://orcid.org/orcid.org/0000-0003-3454-1342>