

**ФІЗИЧНА КУЛЬТУРА І СПОРТ****КІНЕМАТИЧНИЙ АНАЛІЗ ТЕХНІКИ БОКОВОГО УДАРУ ЛІВОЮ РУКОЮ  
ВИСОКОКВАЛІФІКОВАНИХ СПОРТСМЕНІВ, ЯКІ СПЕЦІАЛІЗУЮТЬСЯ  
НА РУКОПАШНОМУ БОЮ****KINEMATIC ANALYSIS OF LEFT HAND SIDE BLOW TECHNIQUE CONDUCTED  
BY HIGHLY QUALIFIED ATHLETES SPECIALIZED IN HAND-TO-HAND COMBAT**

Вако І. І., Жирнов О. В.

*Національний університет фізичного виховання і спорту України,  
м. Київ, Україна*

Vako I. I., Zhyrnov O. V.

*National University of Physical Education and Sports of Ukraine,  
Kyiv, Ukraine*DOI <https://doi.org/10.32782/2522-1795.2023.16.16>**Анотації**

**Мета** дослідження – визначити кінематичні особливості техніки бокового удару лівою рукою висококваліфікованих спортсменів, які спеціалізуються на рукопашному бою. **Методи дослідження.** Для виконання поставлених завдань використано такі методи дослідження, як аналіз науково-методичної літератури та документальних матеріалів, методи реєстрації та аналізу рухів спортсмена (система відеореєстрації та аналізу рухів спортсмена 3D реєстрації рухів людини «Qualisys Motion Capture»). Результати, отримані в процесі дослідження, було оброблено з використанням методів математичної статистики. Нами було зареєстровано техніку виконання досліджуваної рухової дії у 12 спортсменів високої кваліфікації. **Результати.** Зростання спортивних результатів і посилення конкуренції на міжнародній спортивній арені, стрімкий розвиток науково-технічного прогресу, зокрема впровадження в практику спорту новітніх досягнень обумовлює необхідність пошуку нових підходів для підвищення ефективності тренувальної та змагальної діяльності спортсменів. Використання сучасних відеокомп'ютерних технологій дозволяє створювати та реалізовувати у вигляді моделювання техніки конкретних рухових дій на необхідному та достатньому рівнях для вирішення завдань спортивної біомеханіки. При цьому виявляється можливим здійснення ефективного та наочного формування мети технічної підготовки спортсменів, комп'ютерної симуляції запропонованого варіанта та внесення відповідних корекцій з урахуванням індивідуальних особливостей атлета. Боковий удар лівою рукою з фронтальної стійки складається з тих самих фаз, що й аналогічний удар, що виконується правою рукою: підготовка до удару; замах; ударний рух; контакт з лапою; повернення у вихідне положення. Активні фази ударної дії тривають 0,64 с або 65,3% від загальної тривалості удару, фаза повернення у вихідне положення триває відповідно 0,34 с, тобто 34,7% від загальної тривалості удару в цілому. Особливостями часових характеристик лівого бокового удару з фронтальної стійки є відносно велика тривалість фази підготовки до удару (0,3 с) та швидке повернення у вихідне положення. Тривалість цієї фази рухової дії складає 0,34 с. **Висновки.** У дидактичній біомеханіці, теорія моделювання рухів однією з фундаментальних проблем є перетворення суб'єктивного феномена наміру та плану в об'єктивний феномен нервово-м'язового управління рухом та навчання. Встановлено, що боковий удар лівою рукою з фронтальної стійки висококваліфіковані спортсмени, що спеціалізуються на рукопашному бою, виконують досліджену ударну дію на достатньо високому рівні ефективності, проте деякі

показники кінематичної структури їх техніки виконання удару мають певні похибки, що дещо знижує ефективність виконання удару.

**Ключові слова:** єдиноборства, рукопашний бій, аналіз рухів висококваліфікованих спортсменів, техніка, кінематична структура.

The **aim** of the study is to determine the kinematic features of a left hand side blow technique conducted by highly qualified athletes who specialize in hand-to-hand combat. **Research methods.** To fulfil the set tasks, research certain methods were used, namely, the analysis of scientific and methodological literature and documentary recourses, methods of registration and analysis of athlete's movements (system of 3D video registration and analysis of the athlete's movements "Qualisys Motion Capture"). The results obtained during the research were processed using the methods of mathematical statistics. We registered the technique of performing the studied motor action in 12 highly qualified athletes. **The results.** The growth of sports results and strengthening of competition on the international sports arena, the rapid development of scientific and technical progress, in particular, the introduction of the latest achievements into sport practice, make it necessary to find new approaches to increase the effectiveness of training and competitive activities of athletes. The use of modern computer technologies allows to create and implement by means of modelling the technique of specific motor actions at the level necessary and sufficient for solving the problems of sports biomechanics. At the same time, it turns out to be possible to effectively and visually set the goal of athletes' technical training, computer simulation of the proposed option and making appropriate adjustments taking into account the individual characteristics of athlete. A side blow with the help of a left hand from the front stance consists of the same phases as a similar blow performed with the right hand: preparation for the blow; swing; impact movement; contact; return to the starting position. The active phases of impact action last for 0.64 s, or 65.3% of the total impact duration, the phase of returning to the starting position lasts for 0.34 s, i. e. 34.7% of the total impact duration. The peculiarities of the time characteristics of the left side blow from the front stance are the relatively long duration of the phase of preparation for the impact (0.3 s) and the quick return to the starting position. The duration of this phase of motor action comprises 0.34 s. **Conclusions.** In didactic biomechanics, in movement modelling theories, one of the fundamental problems is the transformation of the subjective phenomenon of intention and plan into the objective phenomenon of neuromuscular movement control and learning. It has been established that the side blow with the left hand from the front stance is performed by highly qualified athletes specializing in hand-to-hand combat at a sufficiently high level of efficiency, however, some indicators of the kinematic structure of their blowing technique have certain errors, which somewhat reduce the effectiveness of the blow.

**Key words:** martial arts, hand-to-hand combat, analysis of movements, performed by highly qualified athletes, technique, kinematic structure.

**Вступ.** Увагу значної кількості дослідників останнім часом було звернено до проблеми вдосконалення спортивно-технічної майстерності в контексті опори на неї, як на орієнтир при проєктуванні різних структурних компонентів навчально-тренувального процесу [7; 8]. Єдиноборства є групою видів спорту, що характеризуються динамічною змінною змагальною ситуацією та необхідністю підтримки високого ступеня працездатності на фон компенсованого стомлення. Для єдиноборств характерна чітко виражена динамічна структура використовуваних технічних прийомів і значна варіативність, обумовлена необхідністю адаптації використовуваного технічного арсеналу до нюансів поточної ситуації поєдинку [1; 3; 5; 10]. Рукопашний бій, як змішаний вид єдиноборств, включає свій технічний

арсенал прийомів протиборства ударних видів єдиноборств та спортивної боротьби [4; 12].

**Мета** – аналіз кінематичної структури техніки бокового удару правою рукою з фронтальної стійки висококваліфікованих спортсменів, які спеціалізуються на рукопашному бою.

**Методи.** Теоретичні – для визначення актуальності проблеми формування техніки рухових дій у рукопашному бою; емпіричні: педагогічне спостереження як метод емпіричного рівня досліджень – для ознайомлення з процесом організації навчально-тренувальних занять; методи математичної статистики; реєстрація кінематичних характеристик техніки бокового удару правою рукою з фронтальної стійки відбувалася за допомогою маркерної системи реєстрації та аналізу рухів Qualisys, що дозволило зафіксувати дані в тривимір-

ному просторі. Частота зйомки складала 100 кадрів за секунду. Похибка при визначенні просторових показників склала 1 міліметр на 1 метр кубічного простору, похибка за часовими показниками склала 0,01 секунди, що забезпечило високу точність реєстрації кінематичних характеристик рухових дій спортсменів [9]. Нами було зареєстровано техніку виконання досліджуваної рухової дії у 12 спортсменів високої кваліфікації.

**Результати дослідження та їх обговорення.** Нами проведено аналіз кінематичної структури техніки бокового удару лівою рукою з фронтальної стійки. Слід зазначити, що удар виконувався по боксерській «лапі», як окремий прийом без зв'язки з іншими руховими діями.

Боковий удар лівою рукою з фронтальної стійки складається з тих самих фаз, що й аналогічний удар, який виконується правою рукою: підготовка до удару; замах; ударний рух; контакт із «лапою»; повернення у вихідне положення.

Тривалість різних фаз бокового удару лівою рукою з фронтальної стійки представлена в таблиці 1.

Активні фази ударної дії тривають 0,64 с або 65,3% від загальної тривалості удару. Фаза повернення у вихідне положення триває відповідно 0,34 с, тобто 34,7% від загальної тривалості удару в цілому. Особливостями часових характеристик лівого бокового удару з фронтальної стійки є відносно велика тривалість фази підготовки до удару (0,3 с) та швидке повернення у вихідне положення. Тривалість цієї фази рухової дії складає 0,34 с.

Для подальшого аналізу лівого бокового удару з фронтальної стійки розглянемо положення тіла спортсмена та зміну кутів у суглобах у різних фазах рухової дії.

Показник кутів у суглобах і амплітуди рухів у фазі підготовки до удару представлені в таблиці 2.

Під час фази підготовки до удару в спортсменів зменшуються кути в лівому та правому колінних суглобах: з 139,8° до 133° у лівому та з 141,3° до 136,5° у правому, тобто на 6,8° та на 4,8° відповідно. Більше згинання ніг у колінних суглобах дозволяє в наступних фазах удару збільшити його швидкісні та силові показники за рахунок більш активного підключення до виконання удару м'язів ніг.

Таблиця 1

**Тривалість різних фаз бокового удару правою рукою з фронтальної стійки (n=12)**

№	Назва фази	Тривалість фази, с		
		$\bar{x}$	S	V, %
1	Підготовка до удару	0,3	0,029	9,7
2	Замах	0,21	0,022	10,5
3	Ударний рух	0,09	0,008	8,9
4	Контакт	0,04	0,003	7,5
5	Повернення у вихідне положення	0,34	0,038	11,2
	Загальна тривалість удару	0,98	0,093	9,5

Таблиця 2

**Кутові характеристики положення тіла спортсмена в фазі підготовки до удару при виконанні лівого бокового удару рукою з фронтальної стійки (n=12)**

Назва суглоба	Кут у момент початку фази, °			Кут у момент закінчення фази, °			Амплітуда руху, °		
	$\bar{x}$	S	V, %	$\bar{x}$	S	V, %	$\bar{x}$	S	V, %
Колінний лівий	139,8	15,1	10,8	133	13,4	10,1	-6,8	0,71	10,4
Колінний правий	141,3	14,7	10,4	136,5	14,2	10,4	-4,8	0,51	10,6
Кульшовий лівий	147,6	14,2	9,6	138,2	13,9	10,1	-9,4	0,87	9,3
Кульшовий правий	159,6	17,2	10,8	156,7	16,1	10,3	-2,9	0,26	9,0
Плечовий лівий	31,5	2,9	9,2	28,7	3,1	10,8	-2,8	0,25	8,9
Плечовий правий	24,5	2,6	10,6	32,2	2,9	9,0	7,7	0,69	9,0
Ліктвовий лівий	50,4	4,8	9,5	53,4	5,2	9,6	3	0,31	10,2
Ліктвовий правий	46,3	4,2	9,1	54,2	5,1	10,5	7,9	0,16	8,4

Кутові показники в кульшових суглобах також зменшуються за фазу підготовки до удару.

Біомеханічний механізм підготовки виконання удару в аналізованій фазі рухової дії є наступним: по-перше, згинання ніг у колінних суглобах неможливе без зміни (також зменшення) кутів у кульшових суглобах; по-друге, кут у лівому кульшовому суглобі зменшується з 159,6° до 156,7°, тобто лише на 2,9°, а в лівому кульшовому суглобі з 147,6° до 138,2°, тобто на 9,4°. Таким чином, різниця між амплітудами кутів у кульшових суглобах лівої та правої ніг складає 6,5°. Це пов'язано з розворотом тулуба спортсмена у зворотному від удару напрямку. Кути в ліктьовому та плечовому суглобах правої (не ударної) руки збільшуються: у ліктьовому з 24,5° до 32,2°, тобто на 7,7°, у плечовому з 46,3° до 54,2°, тобто на 8,4°. Збільшення цих показників дозволяє при подальшому виконанні удару ефективніше «вкласти» масу правої руки в удар. Показники же кутових переміщень лівої (ударної) руки за фазу підготовки до удару змінюються досить незначно. Так, кут у лівому плечовому суглобі зменшується з 31,5° до 28,7°, тобто всього на 2,8°, а кут у ліктьовому суглобі збільшується на 3° з 50,4° на початку фази до 53,4° у момент закінчення фази підготовки до удару, що дозволяє зменшити інформативність виконаної рухової дії для суперника.

У фазі замаху зміни кутових переміщень у суглобах тіла спортсменів також мають певні особливості. Тож розглянемо показники кутових переміщень у фазі замаху, представлені в таблиці 3.

Як ми бачимо з даних, наведених у таблиці 3, у фазі замаху показники кутових переміщень у суглобах суттєво змінюються, бо саме у фазі замаху створюються передумови для ефективного виконання безпосередньо ударної дії. Найбільші зміни кутових переміщень відбуваються в суглобах лівої (ударної) руки. Так, кут у лівому плечовому суглобі на початку фази замаху складає 28,7°, то в момент закінчення фази він дорівнює вже 71,2°, тобто амплітуда руху становить 42,5°. У ліктьовому суглобі кут протягом фази збільшився на 60,2° з 53,4° на початку фази і до 113,6° на момент закінчення замаху, що є зрозумілим, оскільки основною задачею даної фази руху є приведення біоланки тіла спортсмена в положення, з якого найефективніше виконувати безпосередньо ударну дію. Права (не ударна) рука за фазу замаху також змінює кутові показники відносно тулуба: у плечовому суглобі з 32,2° до 51,8°, амплітуда кута за фазу складає 19,6°; у ліктьовому суглобі з 54,2° до 57,4°, тобто на 3,2°.

Таким чином, відбувається відведення руки від тулуба з мінімальною зміною кута в ліктьовому суглобі, що дозволяє в наступній фазі руху збільшити силу удару за рахунок використання інерційних сил біоланок тіла. Також слід детально розглянути рухи нижніх кінцівок спортсмена в досліджуваній фазі.

Як ми бачимо, кут у колінному суглобі лівої ноги практично не змінюється (відбувається незначне збільшення від 133° до 136,3° на 3,3°), тоді як амплітуди кутів за фазу замаху в правому колінному суглобі, лівому кульшовому суглобі та правому кульшовому суглобі

Таблиця 3

**Кутові характеристики положення тіла спортсмена в фазі замаху при виконанні лівого бокового удару рукою з фронтальної стійки (n = 12)**

Назва суглоба	Кут у момент початку фази, °			Кут у момент закінчення фази, °			Амплітуда руху, °		
	$\bar{x}$	S	V, %	$\bar{x}$	S	V, %	$\bar{x}$	S	V, %
Колінний лівий	133	13,4	10,1	136,3	14,3	10,5	3,3	0,34	10,3
Колінний правий	136,5	14,2	10,4	147	15,2	10,3	10,5	1,21	11,5
Кульшовий лівий	138,2	13,9	10,1	158,4	15,7	9,9	20,2	2,31	11,4
Кульшовий правий	156,7	16,1	10,3	145,6	13,9	9,5	-11,1	10,55	-14,0
Плечовий лівий	28,7	3,1	10,8	71,2	7,6	10,7	42,5	3,98	9,4
Плечовий правий	32,2	2,9	9,0	51,8	5,3	10,2	19,6	2,09	10,7
Ліктьовий лівий	53,4	5,2	9,6	113,6	12,9	11,4	60,2	5,81	9,7
Ліктьовий правий	54,2	5,1	10,5	57,4	6,1	10,6	3,2	0,29	9,1

складають  $10,5^\circ$ ,  $20,2^\circ$  та  $-11,1^\circ$  відповідно, тобто кут у правому кульшовому суглобі зменшується, а в лівому збільшується, через що відбувається розворот таза та тулуба в бік, протилежний від удару.

Далі розглянемо та проаналізуємо фазу ударного руху, яка по суті є головним елементом усієї ударної дії. Також розглянемо особливості кутових величин, які характеризують позу тіла спортсмена та кутові переміщення біоланок його тіла у фазі ударного руху. Отримані дані представлені в таблиці 4.

Положення окремих біоланок тіла спортсмена за фазу ударного руху при виконанні лівого бокового удару з фронтальної стійки має певні особливості. Проаналізувавши роботу ніг, ми бачимо, що ударний рух виконується за рахунок розгинання лівої ноги (кут у колінному суглобі збільшується на  $8,3^\circ$  з  $136,3^\circ$  до  $144,6^\circ$ , а в кульшовому збільшується на  $2,3^\circ$  з  $158,4^\circ$  до  $160,7^\circ$ ), тоді як права нога незначно згинається на  $0,7^\circ$  у колінному та на  $0,9^\circ$  у кульшовому суглобах, тобто збільшення сили удару за рахунок розгинання обох ніг не відбувається. Крім того, на початку фази ударного руху кут у плечовому суглобі ударної (лівої) руки складає  $71,2^\circ$ , але до кінця фази (тобто до моменту контакту зі снарядом) кут збільшується до  $90,8^\circ$ , тобто на  $19,6^\circ$  у ліктьовому суглобі також відбувається розгинання на  $4,2^\circ$  (кут у момент контакту зі снарядом складає  $117,8^\circ$ ). Кутові показники ж у плечовому та ліктьовому суглобах правої (не ударної) руки в момент закінчення фази ударного руху складають  $45,7^\circ$  та  $56,5^\circ$  від-

повідно, тобто зменшуються на  $6,1^\circ$  та  $1,8^\circ$ . Вище викладені зміни кутових величин у фазі ударного руху при виконанні лівого бокового удару рукою з фронтальної стійки свідчать про те, що спортсмени неефективно використовують м'язи ніг та інерцію розвороту таза та тулуба.

Також важливим елементом кінематичної структури техніки виконання бокового удару лівою рукою є траєкторія руху ударної біоланки, що перед аналізом швидкісних показників дослідження траєкторії дозволить отримати дані про просторову організацію ударної дії. Довжина траєкторії ударної біоланки складає 1,076 метра. Графічне зображення траєкторії ударної біоланки представлено на рисунку 1. Як ми бачимо, траєкторія променевого суглоба лівої руки має достатньо складну форму. При вигляді зверху (рис. 1, а) рух досліджуваної точки має форму дуги, при цьому заключна частина траєкторії довжиною 0,056 метра має напрямок, зворотній від противника. При вигляді збоку (рис. 1, б) траєкторія – майже пряма лінія, що має направлення вперед-вгору приблизно під кутом  $38^\circ$  від горизонталі.

Також проаналізуємо швидкісні характеристики бокового удару лівою рукою з фронтальної стійки.

Насамперед розглянемо швидкість ударної біоланки, а саме лівого зап'ястка спортсмена. Графік динаміки швидкості лівого зап'ястка при виконанні бокового удару лівою рукою з фронтальної стійки представлено на рисунку 2.

Таблиця 4

**Кутові характеристики положення тіла спортсмена в фазі ударного руху при виконанні лівого бокового удару рукою з фронтальної стійки (n = 12)**

Назва суглоба	Кут у момент початку фази, °			Кут у момент закінчення фази, °			Амплітуда руху, °		
	$\bar{x}$	S	V, %	$\bar{x}$	S	V, %	$\bar{x}$	S	V, %
Колінний лівий	136,3	14,3	10,5	144,6	15,7	10,9	8,3	0,92	11,1
Колінний правий	147	15,2	10,3	146,3	14,9	10,2	-0,7	0,08	11,4
Кульшовий лівий	158,4	15,7	9,9	160,7	15,8	9,8	2,3	0,21	9,1
Кульшовий правий	145,6	13,9	9,5	144,7	14,5	10,0	-0,9	0,12	13,3
Плечовий лівий	71,2	7,6	10,7	90,8	9,2	10,1	19,6	2,08	10,6
Плечовий правий	51,8	5,3	10,2	45,7	4,7	10,3	-6,1	0,59	9,7
Ліктьовий лівий	113,6	12,9	11,4	117,8	12,6	10,7	4,2	0,43	10,2
Ліктьовий правий	57,4	6,1	10,6	55,6	6,1	11,0	-1,8	0,02	1,1

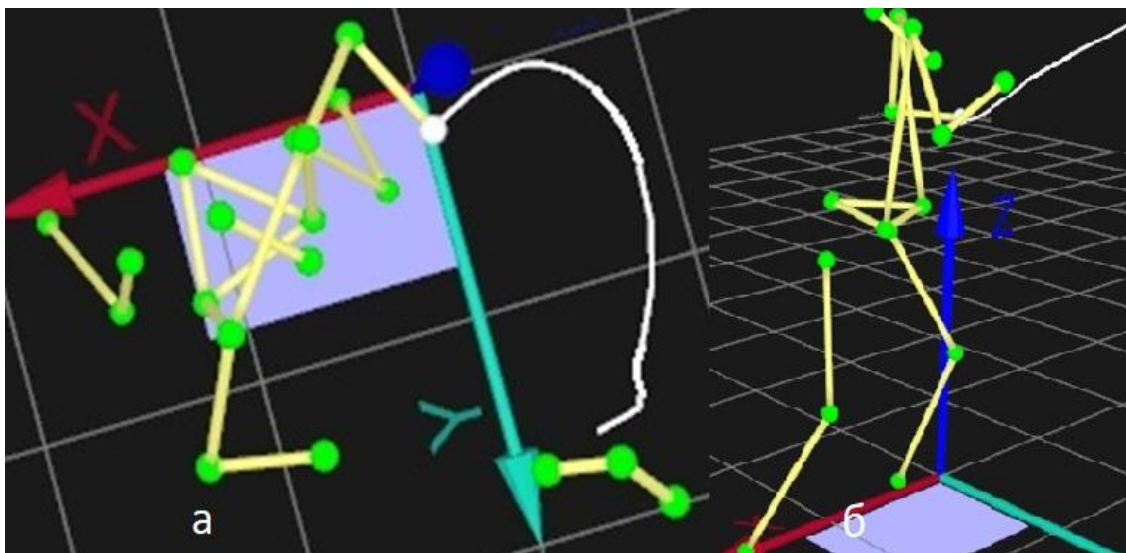


Рис. 1. Траєкторія руху ударної біланки при виконанні бокового удару лівою рукою висококваліфікованим спортсменом у фазі ударного руху: а – вид зверху; б – вид збоку

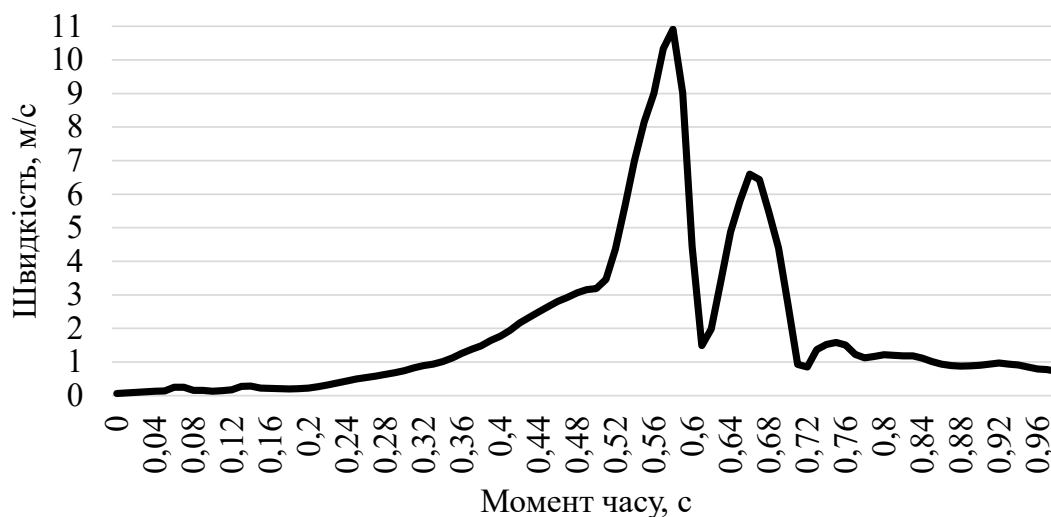


Рис. 2. Динаміка швидкості зап'ястка лівої руки при виконанні бокового удару лівою рукою з фронтальної стійки

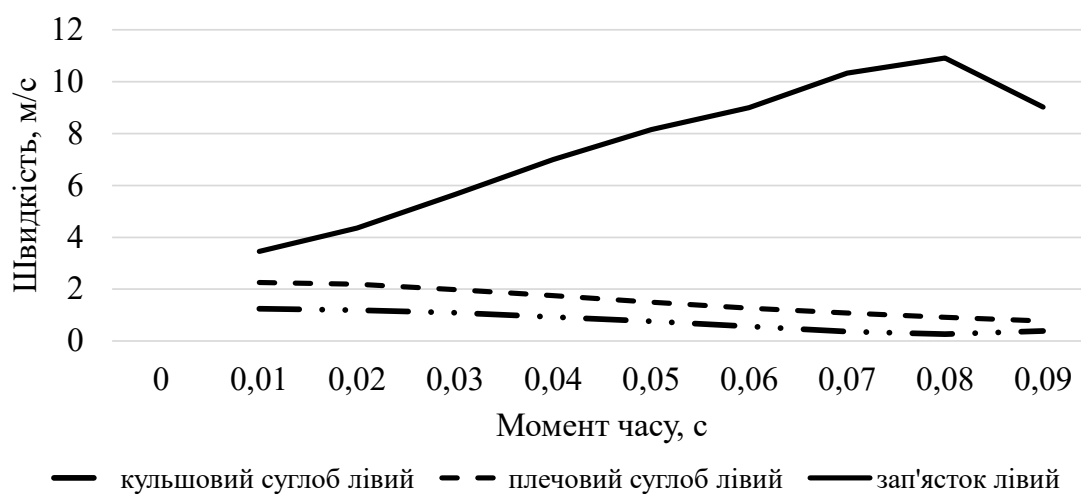


Рис. 3. Динаміка швидкості лівого кульшового суглоба, лівого суглоба, лівого зап'ястка в фазі ударної дії лівого бокового удару рукою з фронтальної стійки

Як ми бачимо, на рисунку 3 швидкість ударної біоланки від значення 0,06 м/с на початку руху до закінчення фази (момент часу 0,3 с) зростає до значення 0,74 м/с, що є невисоким значенням та свідчить про незначні рухи спортсмена в цій фазі удару.

За фазу замаху від моменту часу 0,3 с до моменту часу 0,51 с швидкість зростає до 3,46 м/с. При виконанні безпосередньо ударної дії швидкість за короткий період часу 0,09 с збільшується до 10,9 м/с, що є не найбільшим показником серед ударів руками. У фазі контакту відбувається стрімке зниження швидкості від 10,9 м/с до 1,49 м/с за дуже короткий період часу тривалістю всього 0,04 с, що свідчить про передачу снаряду кінетичної енергії удару. Особливістю виконання спортсменами руху в фазі повернення у вихідне положення є досить високий показник швидкості ударної біоланки в цій фазі, яка досягає значення 6,44 м/с.

Для більш детального аналізу розглянемо швидкість різних точок тіла спортсмена в фазі ударної дії, а саме лівого кульшового суглоба, лівого плечового суглоба та лівого зап'ястка. Такий аналіз дасть нам можливість розглянути механізм передачі кількості руху між біоланками тіла спортсмена.

Як ми бачимо, динаміка швидкостей трьох досліджених точок тіла спортсмена практично відповідає ефективній (коли зі збільшенням швидкості ударної біоланки за коротку тривалість часу швидкість більш масивних біо-

ланок зменшується) схемі передачі кількості руху при ударних діях. Проте, за останню частину фази ударної дії з моменту часу 0,08 с до кінця фази швидкість зап'ястка зменшується з 10,91 м/с до 9,02 м/с, що не є ефективним виконанням рухової дії.

**Дискусія.** Акумулявання інформації про спортивно-технічну майстерність спортсмена може бути за певних умов підставою для розроблення мети та завдань спортивної підготовки, підбору методів та засобів успішної їх реалізації [7; 8]. Відеоаналіз у спорті складається з трьох основних етапів: організації зйомок, обробки та аналізу відеоматеріалів, представлення. Відеоаналіз є трендом сучасного спорту, що активно розвивається, і одним з інструментів реалізації наукових досліджень у сфері біомеханіки спорту [2; 6]. Розробка та вивчення біомеханічних моделей техніки рухових дій спортсменів на основі відеоаналізу на даний час у спортивній підготовці використовується багатьма фахівцями [6; 7; 8]. Наші дослідження стали продовженням розробок вище вказаних авторів.

**Висновки.** Отже, можна засвідчити, що боковий удар лівою рукою з фронтальної стійки висококваліфіковані спортсмени, що спеціалізуються на рукопашному бою, виконують досліджену ударну дію на достатньо високому рівні ефективності, проте деякі показники кінематичної структури їхньої техніки виконання удару мають певні похибки, що дещо знижує ефективність виконання удару.

## Література

1. Вак 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: 10.32782/2522-1795.2021.9.3
2. Вак І.І., Радченко Ю.А. Структура успішності змагальної діяльності в змішаних єдиноборствах (на прикладі рукопашного бою). *Спортивний вісник Придніпров'я*. 2022. № 2. С. 111–122. doi: 10.32540/2071-1476-2022-2-111
3. Вак І. Характерні помилки, що допускають юні спортсмени, які спеціалізуються

## References

1. Vako, I.I. (2021). Vyznachennya pomylok, shcho dopuskayut' yuni sport·smeny, yaki spetsializuyut'sya v rukopashnomu boyu, pry osvoyenni bokovykh udariv rukamy – [Determination of mistakes made by young athletes who specialize in hand-to-hand combat when mastering side blows with the hands Rehabilitation and physical culture and recreational aspects of human development]. *Rehabilitatsiyini ta fizkul'turno-rekreatsiyini aspekty rozvytku lyudyny (Rehabilitation & recreation)*. No. 9. Pp. 23–28. doi: 10.32782/2522-1795.2021.9.3 [in Ukrainian]
2. Vako, I. (2022). Kharakterni pomylyky, shcho dopuskayut' yuni sport·smeny, yaki

в рукопашному бою, при освоєнні ударів ногами. *Фізична культура, спорт та здоров'я нації*. 2022. № 13(32). С. 134–142. 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). С. 83–87. doi: 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. 131–137.

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: 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). P. 874–877.

8. Kashuba V., Khmel'nitska 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. Vol. 4. P. 431–435.

9. Kashuba V., Stepanenko O., Byshevets N., Kharchuk O., Savliuk S., Bukhovets B., Grygus I., Napierała M., Skaliy T., Hagner-Derengowska M., Zukow W. 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*. 2020. Vol. 8(5). P. 249–257. doi: 10.13189/saj.2020.080513

10. Kindzer B., Danylevych M., Ivanochko V., Hrybovska I., Kashuba Y., Grygus I., Napierała M., Smolenska O., Ostrowska M., Hagner-Derengowska M., Muszkieta R., Zukow W. Improvement of special training of karatists for kumite competitions using Kata. *Journal of Physical Education and Sport*. 2021. Vol. 21(5). P. 2466–2472.

spetsializuyut'sya v rukopashnomu boyu, pry osvoyenni udariv nohamy – [Typical mistakes made by young athletes who specialize in hand-to-hand combat when mastering kicks]. *Fizychna kul'tura, sport ta zdorov'ya natsiyi*. No. 13(32). Pp. 134–142. doi: 10.31652/2071-5285-2022-13(32)-134-142 [in Ukrainian]

3. Vako, I.I., Radchenko, Yu.A. (2022). The structure of the success of competitive activities in mixed martial arts (on the example of hand-to-hand combat) – [The structure of the success of competitive activities in mixed martial arts (on the example of hand-to-hand combat)]. *Sportivnyi visnyk Prydniprovyia*. No. 2. Pp. 111–122. doi: 10.32540/2071-1476-2022-2-111 [in Ukrainian]

4. Kashuba, V., Lytvynenko, Yu., Vako, I. (2020). Osoblyvosti tekhniky bokovoho udaru rukoyu na blyzhniy dystantsiyi vysokokvalifikovanykh sportsmeniv, yaki spetsializuyut'sya v rukopashnomu boyu – [Peculiarities of the short-range side kick technique of highly qualified athletes who specialize in hand-to-hand combat]. *Naukovyy chasopys NPU imeni M.P. Drahomanova*. No. 8(128). Pp. 83–87. doi: 10.31392/NPU-nc.series15.2020.8(128).19 [in Ukrainian].

5. Kashuba, V., Lytvynenko, Yu., Vako, I. (2020). Vidminni rysy tekhniky bokovoho udaru rukoyu na blyzhniy dystantsiyi sport-smeniv riznoyi kvalifikatsiyi, yaki spetsializuyut'sya v rukopashnomu boyu – [Distinctive features of the side kick technique at close range of athletes of various qualifications who specialize in hand-to-hand combat]. *Molodizhnyy naukovyy visnyk Skhidnoyevropeys'koho natsional'noho universytetu imeni Lesi Ukrayinky*. No. 37. Pp. 131–137. [in Ukrainian]

6. Radchenko, Yu.A., Vako, I.I. (2022). Model'ni kharakterystyky tekhniko-taktychnoyi pidhotovlenosti naysyl'niyshykh sport-smeniv u zmishenykh yedynoborstvakh (na prykladi rukopashnoho boyu) – [Model characteristics of technical and tactical preparation of the strongest athletes in mixed martial arts (on the example of hand-to-hand combat)]. *Fizychna kul'tura, sport ta zdorov'ya natsiyi*. No. 14(33). Pp. 74–83. doi: 10.31652/2071-5285-2022-14(33)-74-83 [in Ukrainian]

7. Gamalii, V., Potop, V., Lytvynenko, Y., Shevchuk, O. (2018). Practical use of biomechanical principles of movement organization in the analysis of human motor



11. 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. *Journal of Physical Education and Sport*. 2021. P. 2835–2841. doi: 10.7752/jpes.2021.s5377

12. Vako I.I., Grygus I.M., Nikitenko O.V. The use of modern multimedia resources practice of sports and physical education. *Rehabilitation & Recreation*. 2023. Vol. 14. P. 258–268. doi: 10.32782/2522-1795.2023.14.31

Отримано: 29.08.2023

Прийнято: 15.09.2023

Опубліковано: 27.10.2023

action. *Journal of Physical Education and Sport*. No. 18(2). Pp. 874–877.

8. Kashuba, V., Khmelnińska, I., Krupenya, S. (2012). Biomechanical analysis of skilled female gymnasts' technique in "round-off, flic-flac" type on the vault table. *Journal of Physical Education and Sport*. No. 4. Pp. 431–435.

9. 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 Biomedical Data in Masters of Sports. *International Journal of Human Movement and Sports Sciences*. No. 8(5). Pp. 249–257. doi: 10.13189/saj.2020.080513

10. Kindzer, B., Danylevych, M., Ivanochko, V., Hrybovska, I., Kashuba, Y., Grygus, I., Napierała, 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*. No. 21(5). P. 2466–2472.

11. Vako, I., Kashuba, V., Litvinenko, Y., Goncharova, N., Samolenko, T., Tarasyuk, V., Nikitenko, O., Kovalchuk, L. (2021). 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. *Journal of Physical Education and Sport*. P. 2835–2841. doi: 10.7752/jpes.2021.s5377

12. Vako, I.I., Grygus, I.M., Nikitenko, O.V. (2023). The use of modern multimedia resources practice of sports and physical education. *Rehabilitation & Recreation*. No. 14. Pp. 258–268. doi: 10.32782/2522-1795.2023.14.31

Received on: 29.08.2023

Accepted on: 15.09.2023

Published on: 27.10.2023