

## АНАЛИЗ КИНЕМАТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТЕХНИКИ ПРЯМЫХ УДАРОВ ВЕДУЩЕЙ РУКОЙ В БОКСЕ

А.В. ЩУКИН, К.З. НГУЕН,  
ФГАОУ ВО «СПбПУ», г. Санкт-Петербург

### Аннотация

В статье представлены результаты анализа кинематических и угловых показателей техники прямых ударов ведущей рукой в боксе студентов первых и вторых курсов СПбПУ Петра Великого в программе Kinovea. В том числе были оценены степени корреляционной связи различных показателей техники прямого удара ведущей рукой. В ходе анализа характеристик техники прямых ударов на видеозаписях было выявлено, что траектория движения в большинстве попыток была дугообразной, до середины пути плавно поднимающейся вверх, затем также плавно опускающейся. Разница углов между бедром и голенью варьировалась – была как положительной, так и отрицательной. Также отмечено, что студенты во время выполнения удара поворачивали туловище по-разному: одни старались максимально его повернуть, другие выполняли больше удар за счет движения руки. В разных группах в процессе анализа были установлены сильные корреляционные связи между скоростями лучезапястного и локтевого суставов; скоростями лучезапястного и плечевого суставов; умеренные отрицательные корреляционные связи между скоростью лучезапястного сустава и временем достижения цели; скоростью лучезапястного сустава и углом ноги в подготовительной фазе; скоростью локтевого сустава и углом ноги в подготовительной фазе; умеренные положительные корреляционные связи между скоростью лучезапястного сустава и разницей углов заключительной и подготовительной фаз, между скоростью локтевого сустава и разницей углов заключительной и подготовительной фаз, между скоростью локтевого и плечевого суставов.

**Ключевые слова:** бокс, кинематические характеристики, прямой удар.

## ANALYSIS OF KINEMATIC INDICATORS OF THE TECHNIQUE OF DIRECT BLOWS WITH THE LEADING HAND IN BOXING

A.V. SHCHUKIN, K.Z. NGUEN,  
SPbPU, Saint Petersburg city

### Abstract

In this article, you can see the results of an analysis of the kinematic and angular indicators of the technique of direct blows with the leading hand of first and second-year students of Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University in the Kinovea program. Also, the degree of correlation between various indicators of the technique of direct blows with the leading hand was evaluated. Analyzing the characteristics of the direct blows technique on video recordings, it was revealed that the trajectory of movement in most attempts was arc-shaped, smoothly rising up to the middle of the path and then also smoothly descending. The difference in the angles between the thigh and shin varied and was both positive and negative. It was also noted that the students turned their torsos in different ways while performing the blow; some tried to turn their torsos for a bigger angle, while others performed more blows due to the movement of the arm. During the analysis of the data from the different groups, strong correlations were discovered between the speeds of the wrist and elbow joints, the speeds of the wrist and shoulder joints, moderate negative correlations between the speed of the wrist joint and the time of reaching the target, the speed of the wrist joint and the angle of the leg in the preparatory phase, the speed of the elbow joint and the leg angle in the preparatory phase, and moderate positive correlations between the speed of the wrist joint and the difference in the angles of the final and preparatory phases, between the speed of the elbow joint and the difference in the angles of the final and preparatory phases, and between the speeds of the elbow and shoulder joints.

**Key words:** boxing, kinematic characteristics, direct blow.

### Введение

На данном этапе развития многих видов спорта, включая бокс, значительно возросла конкуренция, а результат соревновательной деятельности во многом зависит от небольшого превосходства, в том числе в технической подготовке отдельных спортсменов. Сейчас

существует большое количество специальных технологий и аппаратуры, которые могут определить различные характеристики двигательных действий спортсменов и поспособствовать совершенствованию технической подготовки, в том числе и в боксе.



Важнейшим средством для достижения победы в боксе является удар [1, 2, 3]. В процессе нанесения ударов боксеру необходимо попадать в различные части тела соперника с определенной силой для снижения его боеспособности. Чтобы нанести максимально быстрый и сильный удар, необходимо пропорционально, последовательно и оптимально передавать усилия, в результате чего получается наибольшая результирующая скорость кисти [4, 5]. С одной стороны, чем больше скорость при выполнении удара, тем больше снижается точность движений, но, с другой стороны, при выполнении более медленного или короткого удара не получится добиться большей силы. Поэтому на эффективность ударов влияет способность управлять движениями, выполняемыми с большой скоростью [6]. Во время прямого удара последовательность включения звеньев тела следующая:

1) отталкивание ногой от опоры головками плюсневых костей стопы путем сокращения двуглавой мышцы голени с продолжением усилия за счет разгибания в коленном суставе. Отталкивание ногой вместе с вращением таза относительно его продольной оси позволяет создать дополнительный вращающий момент для туловища, что способствует увеличению скорости его поворота;

2) поворот туловища вокруг вертикальной оси позволяет создать начальную скорость плечевому поясу, бьющей руке и впоследствии способствует ее увеличению. Мышцы туловища поворачивают плечевую ось вокруг его продольной оси за счет опоры на кости вращающегося таза [7, 8];

3) ударное движение рукой вместе с продолжающимся отталкиванием ногой и поворотами таза и туловища происходит путем сокращения большой грудной мышцы и трехглавой мышцы плеча, в результате чего рука разгибается в локтевом суставе, и кисть направляется к цели. В заключительной фазе удара необходимо сжать кисть в кулак перед касанием цели и согнуть ее в лучезапястном суставе, что позволит увеличить жесткость удара [1]. Касание цели во время удара следует выполнить частью перчатки, соответствующей головкам пястных костей кисти, которые являются наименее уязвимыми к травмам и позволяют увеличить жесткость удара [9]. Положение кулака при этом может быть различным: горизонтальным, вертикальным, перевернутым вертикальным, промежуточным; это зависит от конкретной боевой ситуации и поставленных перед ударом задач [6, 10].

Стоит также отметить, что отталкивание ногой за счет силы реакции опоры способствует продвижению всего тела вперед в направлении удара, ОЦМт смещается к передней границе области опоры [6, 10]. При выполнении удара с шагом ногу необходимо опустить на опору после касания кулаком цели, но практически сразу после этого [11].

Несо согласованность движений различных звеньев тела во время удара приводит к уменьшению его кинематических и динамических показателей [7].

Анализ и оценка техники выполнения ударов боксерами различного уровня подготовленности могут позволить расширить понимание техники и выявить ошибки.

**Цель исследования** – проанализировать кинематические и угловые показатели техники прямых ударов ведущей рукой студентов СПбПУ (специализация «бокс» в рамках дисциплины «элективная физическая культура»).

### Методы и организация исследования

В исследовании приняли участие 87 студентов 1-х и 2-х курсов СПбПУ Петра Великого различных направлений подготовки, занимающихся на специализации «бокс» в рамках дисциплины «элективная физическая культура» (2004–2006 гг. рождения). Из них женщин – 30 чел., мужчин – 57 чел.

Студенты выполняли три попытки ударов ведущей рукой с максимально возможной скоростью по боксерскому снаряду; из трех попыток выбиралась одна с наибольшей максимальной скоростью лучезапястного сустава. В ходе исследования велась видеосъемка (частота – 60 кадров/с) перпендикулярно сбоку. В программе Kinovea был проведен кинематический анализ полученных видеозаписей, в результате которого были определены: максимальные скорости движений плечевого, локтевого и лучезапястного суставов; углы между бедром и голенью в подготовительной и заключительной фазах удара, а также разница этих углов; угол между плечом и предплечьем в подготовительной фазе; время достижения цели (время 1-й и 2-й фаз удара, ударное взаимодействие не рассчитывалось); время подготовительной фазы удара и время ударного движения кисти.

Из программы Kinovea данные были экспортированы в файл Microsoft Office Excel, где частично производилась дальнейшая статистическая обработка результатов. С этой целью полученные данные были загружены в приложение IBM SPSS Statistics (версия 27). Для проверки нормальности распределения использовался критерий Колмогорова – Смирнова. Также была вычислена корреляция при помощи параметрического коэффициента Пирсона. Кроме того, определен коэффициент вариации (V) для оценки однородности совокупностей.

Первую группу участников исследования составили студенты-мужчины, вторую – студенты-женщины.

### Результаты исследования и их обсуждение

При выполнении прямого удара ведущей рукой с максимально возможной скоростью чаще всего необходимо соблюдать следующую последовательность:

- приподняться на носок впереди стоящей ноги, одновременно сгибая стоящую ногу сзади; вместе с этим для небольшого замаха повернуть туловище в сторону стоящей ноги сзади и согнуть руку в локтевом суставе;
- выполнить отталкивание согнутой ногой, разгибая ее в коленном суставе, одновременно поворачивая стопу на носке против часовой стрелки (для правши) или по часовой стрелке (для левши);
- продолжая разгибать ногу, начать вращение бедра, таза и туловища справа-налево (для правши) или слева-направо (для левши), приподнять плечо вверх;
- не останавливая предыдущие действия до момента касания цели, начать разгибать руку в локтевом суставе;



– в заключительной фазе, когда рука приблизительно наполовину разогнута в локтевом суставе, начать про-  
нировать плечо и предплечье.

Кинематические показатели ударов ведущей рукой участниками исследования представлены в табл. 1.

В ходе анализа качественных и количественных характеристик техники прямых ударов в боксе на видео-

записях выявлено, что траектория движения кулака различна. В основном она была дугообразной – до середины пути плавно поднимающейся вверх, затем также плавно опускающейся. Но в отдельных попытках – практически прямой или при излишнем опускании кисти в подготовительной фазе напоминала дугу, восходящую от начала до конца движения.

Таблица 1

**Средние значения кинематических показателей ударов ведущей рукой в боксе у исследуемых студентов**

№ п/п	Показатель	Группа 1	Группа 2
		$M \pm \sigma$	
1	Скорость лучезапястного сустава (м/с)	7,12 ± 1,57	5,61 ± 1,09
2	Скорость локтевого сустава (м/с)	7,04 ± 1,74	5,56 ± 1,29
3	Скорость плечевого сустава (м/с)	3,75 ± 1,17	2,89 ± 0,83
4	Время достижения цели (с)	0,48 ± 0,13	0,52 ± 0,10
5	Время подготовительной фазы (с)	0,26 ± 0,09	0,26 ± 0,10
6	Время ударного движения кисти (с)	0,21 ± 0,07	0,24 ± 0,08
7	Угол ноги в подготовительной фазе (°)	151,44 ± 11,62	151,52 ± 12,27
8	Угол ноги в заключительной фазе (°)	153,59 ± 9,94	151,41 ± 12,26
9	Угол руки в подготовительной фазе (°)	53,87 ± 9,52	47,59 ± 8,76
10	Δ угла заключительной и подготовительной фаз (°)	2,15 ± 15,19	-0,11 ± 11,38

Примечание:  $M$  – среднее арифметическое,  $\sigma$  – среднеквадратическое отклонение.

Разница углов между бедром и голенью была слишком различной – как положительной, так и отрицательной. Это обусловлено тем, что некоторые студенты в подготовительной фазе больше сгибали ногу, а в процессе разгибали её, а остальные участники в этой фазе сгибали ногу меньше, не сгибали (разгибали) вообще или сги-

бали её уже в основной и заключительной фазах удара. Поворот туловища также различался. Были попытки, в которых студенты старались максимально повернуть туловище и плечевой пояс, но были и попытки, в которых студенты выполняли удары, практически не используя поворот туловища.

Таблица 2

**Коэффициенты корреляционной связи скорости лучезапястного сустава и времени ударного движения кисти с другими показателями**

№ п/п	Показатель	Группа 1		Группа 2	
		$V$ кисти	$t$ кисти	$V$ кисти	$t$ кисти
1	Скорость лучезапястного сустава	1,00	0,04	1,00	-0,34
2	Скорость локтевого сустава	0,70***	0,01	0,71***	-0,30
3	Скорость плечевого сустава	0,71***	0,12	0,30	0,03
4	Время достижения цели	-0,08	0,60**	-0,45*	0,55**
5	Время подготовительной фазы	0,04	1,00	-0,13	-0,15
6	Время ударного движения кисти	-0,10	0,14	-0,34	1,00
7	Угол ноги в подготовительной фазе	-0,12	-0,25	-0,44*	0,29
8	Угол ноги в заключительной фазе	0,01	0,03	0,01	0,06
9	Угол руки в подготовительной фазе	-0,03	-0,04	0,02	0,10
10	Δ угла заключительной и подготовительной фаз	0,10	0,22	0,49**	-0,24

Примечание: \*  $p \leq 0,05$ ; \*\*  $p \leq 0,01$ ; \*\*\*  $p \leq 0,001$ .

В процессе анализа данных табл. 2 было определено, что показатели студентов-мужчин имеют сильные положительные корреляционные связи (при  $p \leq 0,05$ ) между скоростями лучезапястного и локтевого суставов (0,70) и лучезапястного и плечевого суставов (0,71). Эти связи являются логичным свидетельством увеличения

скорости движения кисти во время удара в кинетической цепи верхней конечности. Также установлена умеренная положительная корреляционная связь (при  $p \leq 0,05$ ) между временем ударного движения кисти и временем достижения цели (0,60). Это объясняется тем, что время ударного движения кисти является частью времени до-



стижения цели, и, соответственно, его изменения пропорционально оказывают влияние на это время.

В группе студенток наблюдается сильная положительная корреляционная связь (при  $p \leq 0,05$ ) между скоростями лучезапястного и локтевого суставов (0,71), как и в группе студентов-мужчин. Однако между скоростями лучезапястного и плечевого суставов статистически значимая корреляционная связь отсутствует, что может свидетельствовать о следующих различиях в технике выполнения ударов у студенток: часть студенток выполнила удары больше за счет движения руки, слабо задействовав при этом поворот туловища, а другая часть, наоборот, как было описано ранее. Для того чтобы оценить угол поворота туловища, необходимо осуществить видеосъемку с другого ракурса – перпендикулярно сверху над испытуемой.

Также в этой группе определены умеренные отрицательные корреляционные связи ( $-0,45$ ; при  $p \leq 0,05$ ) между скоростью лучезапястного сустава ( $V = 19,43\%$ ) и временем достижения цели ( $V = 20,04\%$ ). Это свидетельствует об увеличении скорости движения кисти при уменьшении времени, за которое оно выполнялось, что тоже является логичным фактом. В том числе была установлена умеренная положительная корреляционная связь ( $0,55$ ; при  $p \leq 0,05$ ) между временем ударного движения кисти и временем достижения цели, как и в группе студентов-мужчин.

Помимо этого, в группе студентов-женщин обнаружена умеренная отрицательная корреляционная связь ( $-0,44$ ; при  $p \leq 0,05$ ) между скоростью лучезапястного сустава ( $V = 19,43\%$ ) и углом ноги в подготовительной фазе ( $V = 8,10\%$ ) и умеренная положительная ( $0,49$ ) – между скоростью лучезапястного сустава и разницей углов заключительной и подготовительной фаз. Дополнительно были отмечены: умеренная отрицательная корреляционная связь ( $-0,45$ ; при  $p \leq 0,05$ ) между скоростью локтевого сустава ( $V = 23,27\%$ ) и углом ноги в подготовительной фазе ( $V = 8,10\%$ ) и умеренная положительная ( $0,51$ ) – между скоростью локтевого сустава и разницей углов ноги. В совокупности эти факты свидетельствуют о том, что скорость лучезапястного сустава при ударе пусть умеренно, но зависела от вклада нижней конечности. Во-первых, более согнутая нога (меньший угол между бедром и голенью в подготовительной фазе), которая в процессе выполнения удара при многих попытках разгибалась, позволила увеличить скорость звеньев

верхней конечности. Во-вторых, чем больше разгибалась нога (большая разница углов заключительной и подготовительной фаз), тем больше увеличивалась скорость лучезапястного сустава во многих попытках.

В результате анализа оставшихся данных (корреляционных связей между всеми дополнительно отмеченными показателями, но не вошедшими в табл. 2), была определена слабая положительная корреляционная связь ( $0,27$ ; при  $p \leq 0,05$ ) между скоростью локтевого сустава ( $V = 24,74\%$ ) и углом ноги в заключительной фазе ( $V = 6,47\%$ ) у студентов-мужчин, то есть только 7% варибельности показателя скорости локтевого сустава объясняется показателем угла ноги в заключительной фазе. В обеих группах были установлены умеренные уровни корреляционной связи между скоростью локтевого и плечевого суставов:  $0,68$  – в группе 1;  $0,40$  – в группе 2 (при  $p \leq 0,05$ ).

### Выводы

Полученные в ходе исследования результаты позволяют судить о зависимости скорости прямого удара ведущей рукой в боксе от некоторых временных и угловых характеристик техники его выполнения. В связи с этим с целью улучшения кинематических показателей ударов и предупреждения ошибок, возникающих на различных этапах формирования навыка, рекомендуется учесть данные факты в процессе обучения.

По нашему мнению, при обучении прямому удару в голову ведущей рукой необходимо в процессе удара добиться разгибания ноги, а не сгибания. В исследуемых совокупностях угол между бедром и голенью в подготовительной фазе, а также разница углов заключительной и подготовительной фаз имели умеренные связи со скоростями локтевого и лучезапястного суставов: угол в подготовительной фазе – отрицательную, а разница углов – положительную связь.

В группе женщин была обнаружена умеренная отрицательная связь между скоростью лучезапястного сустава и временем достижения цели. Это позволяет предположить, что уменьшение времени достижения цели может повлиять на увеличение скорости лучезапястного сустава.

Для более детальной и полной оценки техники выполнения прямых ударов ведущей рукой следует выявить и оценить другие показатели с использованием альтернативных методов.

### Литература

1. Теория и методика бокса. Акцентированные и точные удары: учебное пособие для вузов / З.М. Хусайнов, О.В. Меньшиков, А.И. Гаракян, К.Н. Копцев. – 2-е издание, испр. и дополн. – М.: Издательство «ЮРАЙТ», 2020. – 174 с.
2. Якупов, А.М. Некоторые аспекты формирования удара в боксе / А.М. Якупов, М.Ю. Степанов // Педагогико-психологические и медико-биологические про-

блемы физической культуры и спорта. – № 2. – 2014. – С. 163–167.

3. Bingul, B.M., Bulgan, C., Tore, O. The effects of impact forces and kinematics of two different stances on straight punch techniques in boxing / B.M. Bingul, C. Bulgan, O. Tore, M. Aydin [et al.] // Archives of Budo Science of Martial Arts and Extreme Sports. – 2017. – Vol. 13. – Pp. 35–39.



4. Попик, С.А. Кинематические особенности ударных действий боксеров / С.А. Попик, Т.В. Стеблій // Физическая культура и спорт в современном обществе: материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 50-летию образования Дальневосточной государственной академии физической культуры, Хабаровск, 24 марта 2017 года / под редакцией С.С. Добровольского. – Хабаровск: Дальневосточная государственная академия физической культуры, 2017. – С. 179–184.

5. Топышев, О.П. Биомеханический анализ структуры прямого удара / О.П. Топышев, Г.О. Джероян // Бокс: ежегодник. – М., 1978.

6. Атилов, А.А. Школа бокса для начинающих / А.А. Атилов. – Ростов н/Д: Феникс, 2005. – 221 с. (Серия «Мастера боевых искусств»).

7. Михайлов, А.С. Анализ влияния структурных компонентов техники прямого удара на биомеханические характеристики спортсменов ударных видов единоборств / А.С. Михайлов, А.Н. Илькин, С.Ф. Ключников // Ученые

записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2020. – № 1 (179). – С. 210–214.

8. Померанцев, А.А. Влияние целевой установки на биомеханические характеристики выполнения двигательного действия (на примере выполнения удара в кикбоксинге) / А.А. Померанцев // Современные тенденции развития физической культуры, спорта и адаптивной физической культуры: материалы Всероссийской научно-практической конференции, Липецк, 17–18 октября 2017 года. – Липецк: Липецкий государственный педагогический университет имени П.П. Семенова-Тянь-Шанского, 2017. – С. 163–167.

9. Ковтик, А.Н. Бокс. Секреты профессионала. – 2-е изд.: Питер; Санкт-Петербург, 2010.

10. Щитов, В.К. Бокс. Основы техники бокса / В.К. Щитов. – Ростов н/Д: Феникс, 2007. – 234 с.

11. Камалетдинов, Р.Р. Его величество удар. – Издательство Terra, Книжный клуб, 1999.

### References

1. Khusyaynov, Z.M., Menshikov, O.V., Garakyan, A.I. and Koptsev K.N. (2020), *Theory and methodology of boxing. Accented and precise strikes: textbook for universities*, 2<sup>nd</sup> ed., Moscow: Izdatel'stvo "Yurayt", 174 p.

2. Yakupov, A.M. and Stepanov, M.Yu. (2014), Some aspects of punch formation in boxing, *Pedagogiko-psikhologicheskie i mediko-biologicheskie problemy fizicheskoy kul'tury i sporta*, no. 2, pp. 163–167.

3. Bingul, B.M., Bulgan, C., Tore, O., Aydin, M. [et al.] (2017), The effects of impact forces and kinematics of two different stances on straight punch techniques in boxing, *Archives of Budo Science of Martial Arts and Extreme Sports*, vol. 13, pp. 35–39.

4. Popik, S.A., Stebliy, T.V. and Dobrovolskiy S.S. (Eds.) (2017), Kinematic features of percussion action in boxers, In: *Physical Culture and Sport in Modern Society: Materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference Dedicated to the 50<sup>th</sup> Anniversary of the Formation of the Far Eastern State Academy of Physical Culture*, Khabarovsk, Russia, pp. 179–184.

5. Topyshev, O.P. and Jeroyan, G.O. (1978), Biomechanical analysis of the structure of a direct impact, *Boks: Ezhegodnik*, Moscow.

6. Atilov, A.A. (2005), *Boxing school for beginners*, Rostov-on-Don: Feniks, 221 p.

7. Mikhaylov, A.S., Ilkin, A.V. and Klyuchnikov S.V. (2020), Analysis of the influence of structural components of direct impact techniques on the biomechanical characteristics of athletes of shock types of martial arts, *Uchyonye zapiski universiteta imeni P.F. Lesgafta*, no. 1 (179), pp. 210–214.

8. Pomerantsev, A.A. (2017), The influence of a target setting on the biomechanical characteristics of performing a motor action (based on the example of performing a kick in kickboxing), In: *Modern trends in the development of physical culture, sports and adaptive physical culture: Materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference*, Lipetsk, Russia, pp. 163–167.

9. Kovtik, A.N. (2010), *Boxing. Secrets of a professional*, 2<sup>nd</sup> ed, Piter, Saint-Petersburg.

10. Schitov, V.K. (2007), *Boxing. Boxing Technique Basics*, Rostov-on-Don: Feniks, 234 p.

11. Kamaletdinov, R.R. (1999), *His Majesty Strike*, Izdatel'stvo Terra, Knizhnyy klub.

