

## ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЙСТВИЙ БОРЦА, НАПРАВЛЕННЫХ НА УВЕЛИЧЕНИЕ СКОРОСТИ ПАДЕНИЯ МАНЕКЕНА В ЗАВЕРШАЮЩЕЙ ФАЗЕ БРОСКА (НА ПРИМЕРЕ БРОСКА ПОДВОРОТОМ)

А.А. ШИПИЛОВ,  
ГКУ «ЦСТуСК» Москомспорта

### Аннотация

Несмотря на сложность бросковой спортивной техники и ее многообразие, весь процесс выполнения броска, с точки зрения выполнения механической работы атакующим борцом по перемещению тела противника, можно разделить на две основные фазы: подъема и падения. Целью данного исследования является оценка эффективности действий борца, принимаемых для увеличения скорости падения манекена в завершающей фазе броска. Проведен анализ кинематики бросков подворотом. Необходимые характеристики регистрировались с помощью оптической системы трехмерного кинематического анализа Qualisys с частотой 250 Гц. В исследовании приняли участие 14 борцов греко-римского стиля квалификации КМС и МС. Средний возраст испытуемых составил  $17,3 \pm 1,13$  года, средняя длина тела –  $170 \pm 4,47$  см, средний вес –  $66,7 \pm 6,82$  кг. Исследование проводилось на базе ГКУ «ЦСТуСК» Москомспорта. Результаты: во второй фазе броска подворотом (фаза падения) большинство борцов продолжают активно воздействовать на манекен с целью увеличения скорости его падения. Для оценки эффективности действий борца предлагается использовать специальный коэффициент, который представляет собой соотношение значений измеренной максимальной скорости падения манекена и расчетной максимальной скорости свободного падения манекена.

**Ключевые слова:** спортивная борьба, броски, кинематический анализ.

### Abstract

Wrestling throwing techniques are extremely complex. Nevertheless, the whole process of throwing (with regard to mechanical work done by attacker lifting opponent) can be divided into two main phases. First phase – lifting phase. Second phase – falling phase. The aim of this study is to assess efficiency of wrestler's actions aimed to increase dummy falling velocity during final phase of a throw. Kinematic analysis of dummy motion during hip throw was conducted. Required characteristics were registered with "Qualisys" motion capture system at 250 frames per second. Fourteen Greco-roman wrestlers participated in experiment (mean age =  $17.3 \pm 1.13$  years; mean body length =  $170 \pm 4.47$  cm; mean body weight =  $66.7 \pm 6.82$  kg). The study was conducted at Moscow Center of Advanced Sport Technologies. It was established that most wrestlers continue to accelerate dummy during falling phase of the throw. To assess wrestler's actions efficiency we propose to use special coefficient which is the ratio between measured peak falling velocity of dummy and calculated velocity of dummy in free fall.

**Keywords:** wrestling sports, throws, kinematic analysis.

### Введение

При выполнении броска перед атакующим борцом стоит непростая двигательная задача: вывести противника из равновесия, лишить его опоры, поднять над поверхностью ковра и, заставив его тело описать широкую дугу в воздухе, приземлить на спину или в опасное положение.

Несмотря на сложность бросковой техники и ее многообразие, весь процесс выполнения броска, с точки зрения выполнения механической работы атакующим борцом по перемещению тела противника, можно разделить на две основные фазы. Первая фаза – фаза подъема, во время которой атакующий борец лишает атакуемого борца опоры и поднимает его тело над поверхностью ковра. Вторая фаза – фаза падения, в которой оба борца падают

под действием силы тяжести. Следует отметить, что на данный момент среди специалистов нет договоренности об использовании какой-либо унифицированной фазовой структуры техники бросков спортивной борьбы, поэтому в рамках научных работ бросковое действие делится на фазы в зависимости от задач исследования по усмотрению авторов. В нашем исследовании мы рассматриваем бросок с механической точки зрения и приводим его упрощенную фазовую структуру (по сравнению с вариантами, которые были предложены другими авторами) [2, 3, 6].

Процесс перехода от одной фазы броска к другой наглядно демонстрирует график положения центра масс (ЦМ) манекена относительно поверхности ковра во время выполнения броска подворотом (рис. 1).



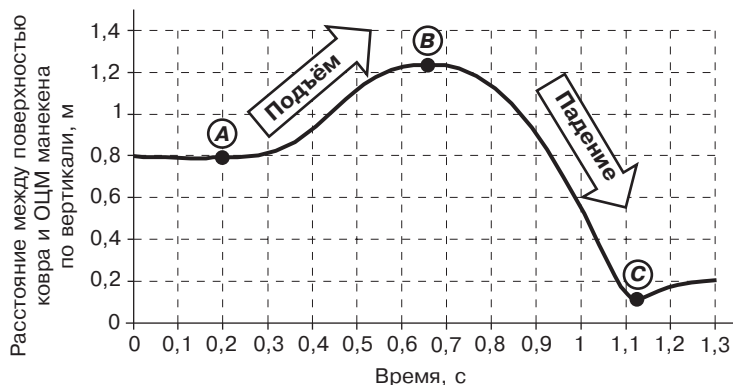


Рис. 1.

Расстояние между поверхностью ковра и ЦМ манекена по вертикали во время выполнения броска подворотом.

Отметки: **A** — момент отрыва манекена от опоры (начальное положение манекена); **B** — момент достижения ЦМ манекена максимальной высоты подъема и начало падения; **C** — столкновение манекена с поверхностью ковра.

Предположительно, что механическая работа выполняется атакующим борцом только в первой фазе (отметки **A** и **B** на рис. 1; снимки **A** и **B** на рис. 2), когда он перемещает манекен, противодействуя силе тяжести, а во второй фазе (отметки **B** и **C** на рис. 1; снимки **B** и **C** на рис. 2) работу «выполняет» только сила тяжести без участия борца.

В условиях свободного падения максимальная скорость ЦМ манекена во второй фазе броска зависит исключительно от высоты его подъема над поверхностью ковра в первой фазе и определяется по формуле:

$$V = \sqrt{2gh},$$

где  $g$  — ускорение свободного падения,  $h$  — высота подъема ЦМ манекена над поверхностью ковра.

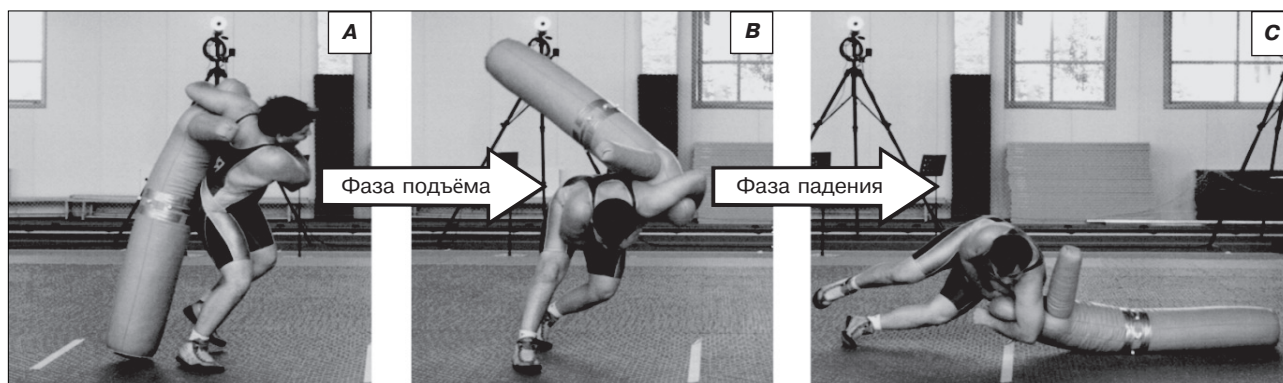


Рис. 2. Основные моменты выполнения броска подворотом.

На снимках: **A** — момент отрыва манекена от опоры (начальное положение манекена); **B** — момент достижения ЦМ манекена максимальной высоты подъема и начало падения; **C** — момент соударения манекена с поверхностью ковра

Является ли падение манекена свободным во второй фазе броска? Способствуют ли действия атакующего борца увеличению скорости падения противника или он остается «пассивным» во второй фазе броска?

**Целью данного исследования** является оценка эффективности действий борца, направленных на увеличение скорости падения манекена в завершающей фазе броска.

### Организация исследования

В исследовании приняли участие 14 борцов греко-римского стиля квалификации КМС и МС. Средний возраст испытуемых составил  $17,3 \pm 1,13$  года, средняя длина тела испытуемых —  $170 \pm 4,47$  см, средний вес —  $66,7 \pm 6,82$  кг.

Задачей испытуемых борцов в рамках исследования было исполнение броска подворотом с захватом руки и шеи манекена массой 32,6 кг в форме, максимально

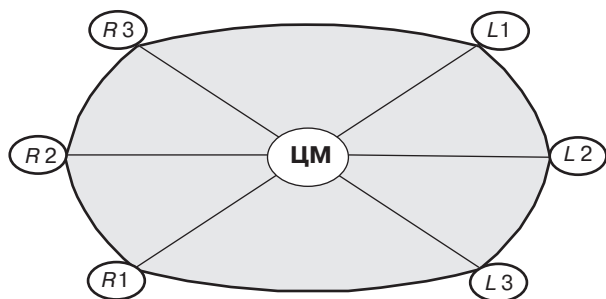
приближенной к эталонной, с большой амплитудой, но вместе с тем с сохранением высокой скорости исполнения действий, которая требуется от борца в условиях соревновательного поединка. После разминки и пробных попыток испытуемый выполнял три попытки броска, которые шли в зачет.

Кинематические характеристики движения манекена регистрировались с помощью оптической системы трехмерного кинематического анализа «Qualisys», состоящей из 10 высокоскоростных инфракрасных камер «Oqus 300+», с частотой 250 Гц. Обработка данных проводилась в программном обеспечении «Qualisys Track Manager» и «Visual 3D».

За движение манекена принималось движение его центра масс (ЦМ), положение которого во время выполнения броска определялось с помощью маркеров-отражателей, закрепленных на его поверхности. За ЦМ принималась точка (виртуальный маркер внутри

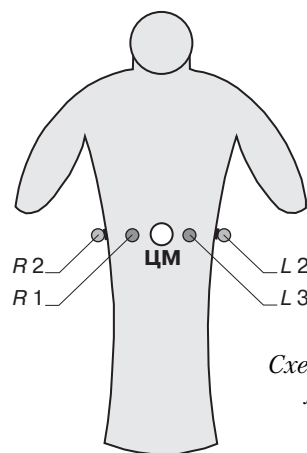


манекена), находящаяся ровно посередине отрезка, который образуют маркеры  $R2-L2$  (рис. 3, 4). Если во время выполнения броска один из этих маркеров отпадал по каким-либо причинам, положение ЦМ аналогичным образом определялось одной из двух пар маркеров:  $R1-L1$ ,  $R3-L3$  (рис. 3, 4).



**Рис. 3.** Схематическое изображение поперечного сечения манекена.

Отметки  $R1$ ,  $R2$ ,  $R3$  – маркеры, закрепленные справа;  
 $L1$ ,  $L2$ ,  $L3$  – маркеры слева.



**Рис. 4.** Схематическое изображение манекена, вид спереди.  
Положение маркеров на поверхности манекена

При анализе данных определялись следующие кинематические характеристики движения манекена:

- расстояние между поверхностью ковра и высшей точкой траектории подъема ЦМ манекена по вертикали при выполнении броска – *максимальная высота подъема* ( $H_{max}$ ; отметка  $B$  на рис. 1, снимок  $B$  на рис. 2);
- максимальное значение вертикальной составляющей скорости ЦМ манекена, зарегистрированное во второй фазе броска (фаза падения) – *измеренная максимальная скорость падения* ( $V_{max}$ );

- расстояние между поверхностью ковра и ЦМ манекена в момент достижения им максимальной скорости падения ( $H_{V_{max}}$ );
- расчетное максимальное значение скорости ЦМ манекена во второй фазе броска (фазе падения) в условиях свободного падения (т.е. при отсутствии воздействия на манекен борцом) – *расчетная максимальная скорость падения* ( $V_{max \text{ расчет}}$ ).

### Результаты и их обсуждение

В таблице 1 представлены расчетные и измеренные величины скорости ЦМ манекена, а также коэффициенты эффективности действий борцов.

Таблица 1

**Кинематические характеристики движения ЦМ манекена  
и коэффициенты эффективности действий борца**

| Номер испытуемого | $H_{max}$<br>(м) | $H_{V_{max}}$<br>(м) | $V_{max}$<br>(м/с) | $V_{max \text{ расчет}}$<br>(м/с) | Коэффициент эффективности $k$ |
|-------------------|------------------|----------------------|--------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| 1                 | 1,156            | 0,342                | 4,25               | 4,00                              | 1,06                          |
| 2                 | 1,146            | 0,334                | 4,27               | 3,99                              | 1,07                          |
| 3                 | 1,132            | 0,355                | 4,55               | 3,90                              | 1,17                          |
| 4                 | 1,200            | 0,345                | 4,37               | 4,10                              | 1,07                          |
| 5                 | 1,085            | 0,347                | 4,39               | 3,81                              | 1,15                          |
| 6                 | 1,067            | 0,342                | 4,43               | 3,77                              | 1,17                          |
| 7                 | 1,173            | 0,361                | 4,56               | 3,99                              | 1,14                          |
| 8                 | 1,182            | 0,325                | 4,37               | 4,10                              | 1,07                          |
| 9                 | 1,144            | 0,369                | 4,50               | 3,90                              | 1,15                          |
| 10                | 1,258            | 0,377                | 4,92               | 4,16                              | 1,18                          |
| 11                | 1,243            | 0,370                | 4,70               | 4,14                              | 1,14                          |
| 12                | 1,119            | 0,309                | 3,75               | 3,99                              | 0,94                          |
| 13                | 1,226            | 0,337                | 4,39               | 4,18                              | 1,05                          |
| 14                | 1,070            | 0,333                | 4,08               | 3,80                              | 1,07                          |



Согласно полученным данным, у 13-ти из 14-ти испытуемых измеренная максимальная скорость падения манекена превышает расчетную максимальную скорость падения в среднем на  $0,46 \pm 0,19$  м/с. Таким образом, установлено, что манекен не находится в состоянии свободного падения во второй фазе броска (кроме случая с испытуемым № 12).

Для оценки эффективности действий борца по увеличению скорости манекена в фазе падения мы предлагаем использовать коэффициент, который представляет собой отношение измеренной максимальной скорости манекена к расчетной максимальной скорости в конце фазы падения. Коэффициент рассчитывается по формуле:

$$k = V_{\max} : V_{\max \text{ расчёт}}.$$

Значения коэффициентов представлены в табл. 1. Если  $k = 1$ , значит, во второй фазе броска манекен находился в условиях свободного падения, и спортсмен никак не влиял на его движение. Если  $k > 1$  – борец во второй фазе броска своими действиями способствовал увеличению максимальной скорости падения манекена. Если  $k < 1$  – борец во второй фазе броска «мешал» свободному падению манекена и фактически выполнял отрицательную работу. Таким образом, действия борца во второй фазе броска будут эффективными, если  $k \geq 1$ . При этом, чем

больше значение коэффициента, тем больше эффективность действий борца.

Мы предполагаем, что предложенный коэффициент эффективности может быть использован для оценки технической подготовленности спортсменов в борьбе. К сожалению, в настоящее время разработанная нами методика может быть использована только в лабораторных условиях. Трудность создания методики, которую можно было бы использовать в тренировочном процессе, связана с необходимостью удовлетворения требованиям к методикам оперативного и текущего контроля, сформулированным в ряде работ [1, 4, 5]. Следует также отметить, что предложенный нами коэффициент может быть использован для оценки других типов бросков, так как исполнение любого броска спортивной борьбы подразумевает наличие фазы падения.

### Выводы

1. Во второй фазе броска подворотом (фаза падения) большинство борцов продолжают активно воздействовать на манекен с целью увеличения скорости его падения.
2. Предложен коэффициент позволяющий оценить эффективность действий борца, принимаемых для увеличения скорости падения манекена в завершающей фазе броска.

### Литература

1. Запорожанов, В.А. Комплексный контроль в современном спорте // Теория и практика физической культуры. – 1982. – № 2. – С. 41–43.
2. Карашчук, А.Ф. Использование фазовой структуры техники при контроле подготовки специалистов по дзюдо // Олимпийский бюллетень. – 2002 – № 6. – С. 115–119.
3. Тупеев, Ю.В. Особенности кинематической структуры техники двигательных действий борцов вольного стиля различной квалификации // Физическое воспитание студентов. – 2010. – № 1. – С. 106–108.

4. Фарфель, В.С. Управление движениями в спорте. – М.: Советский спорт, 2011. – 202 с.
5. Шалманов, А.А., Скотников, В.Ф. Биомеханический контроль технической и скоростно-силовой подготовленности спортсменов в тяжелой атлетике // Теория и практика физической культуры. – 2013. – № 2. – С. 103–106.
6. Шиян, В.В. Возрастная динамика временных показателей ритмической структуры броска под влиянием физического утомления борцов // Юбилейный сборник трудов ученых РГАФК, посвященный 80-летию академии. – 1998 – Т. 4. – С. 65–71.

### References

1. Zaporozhanov, V.A. Integrated control in modern sports // Teoriya i praktika fizicheskoy kul'turi. – 1982. – No. 2. – Pp. 41–43.
2. Karashchuk, A.F. The use of techniques phase structure in monitoring of training process of specialists in judo // Olimpiyskiy bulletin'. – 2002. – No. 6. – Pp. 115–119.
3. Tupayev, Y.V. Features of kinematic structure of motor actions technique in the freestyle wrestlers with different qualification // Fizicheskoye vospitanie studentov. – 2010. – No. 1. – Pp. 106–108.

4. Farfel', V.S. Control of actions in sports. – Moscow, Sovetskiy sport, 2011. – 202 p.
5. Shalmanov, A.A., Scotnikov, V.F. Biomechanical monitoring of technical and speed-power fitness of weightlifters // Teoriya i praktika fizicheskoy kul'turi. – 2013. – No. 2. – Pp. 103–106.
6. Shiyan, V.V. Age dynamics of throw rhythmic structure temporal characteristics in wrestlers during fatigue // Yubileyiny sbornik trudov uchenykh RGAFK, posvyashchonniiy 80-letiyu akademii, 1998. – Vol. 4. – Pp. 65–71.

