

**БОНДАРЕНКО Константин Константинович, канд. пед. наук, доцент**

**БОНДАРЕНКО Алла Евгеньевна, канд. пед. наук, доцент**

Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины,

Гомель, Республика Беларусь

**АЗИМОК Ольга Петровна**

Гомельский государственный медицинский университет,

Гомель, Республика Беларусь

## **ФОРМИРОВАНИЕ ТЕХНИКИ ВЫПОЛНЕНИЯ БРОСКА «УЧИ-МАТЕ» С УЧЕТОМ ИНЕРЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ДВИЖЕНИЯ**

В статье рассматриваются вопросы влияния инерционных характеристик движения на формирования рациональной техники выполнения броска «Учи-Мате» в дзюдо. Выполнено разделение на ключевые моменты движения с оценкой ритмической структуры броска. С учетом вариативности техники выполнения броска подхватом, был определен момент инерции движения ОЦМ атакующего спортсмена (Тори). С учетом влияния времени выполнения отдельных узловых элементов броска определен характер угловых перемещений продольной оси тела спортсмена и выявлены скорости перемещения его звеньев. В результате проведенного исследования выявлено, что момент инерции ОЦМ тела в сагиттальной плоскости увеличивается за счет горизонтального момента инерции в поперечной плоскости и становится более эффективным при изменении времени приложения силы.

**Ключевые слова:** дзюдо; Учи-Мате; момент инерции; узловые положения; общий центр масс; техника выполнения броска.

## **FORMATION OF “UCHI-MATE” THROWING TECHNIQUE TAKING INTO ACCOUNT THE INERTIAL CHARACTERISTICS OF THE MOVEMENT**

The article deals with the influence of inertial characteristics of movement on the formation of a rational technique of performing the throw “Uchi-Mate” in judo. The division into key moments of movement with the evaluation of the rhythmic structure of the throw has been performed. Taking into account the variability of the technique of throw execution by catching, the moment of inertia of the movement of the attacking athlete's COM (Tori) has been determined. Taking into account the influence of the time of execution of separate nodal elements of the throw, the character of angular movements of the longitudinal axis of the athlete's body has been determined and the velocities of movement of its links have been revealed. As a result of the research it has been revealed that the moment of inertia of COM of the body in the sagittal plane increases at the expense of the horizontal moment of inertia in the transverse plane and becomes more effective when changing the time of force application.

**Keywords:** judo; Uchi-Mate; moment of inertia; nodal positions; common center of mass; throwing technique.

**Введение.** Эффективность бросковой техники в дзюдо заключается в использовании двух ключевых биомеханических действий – создания рычага и момента инерции [1]. Действие рычага при выполнении броска определяется вращением тела Уке относительно точки опоры, созданной Тори в виде препятствия перемещению Уке. Вращение Уке относительно общего центра масс (ОЦМ) собственно-го тела определяется моментом инерции, созданным Тори в момент выполняемого действия. Данные механизмы выполнения бросковой техники предполагают и раз-

личные механизмы энергообеспечения действия. Данное обстоятельство подразумевает различия в механике действия атакующего спортсмена и, соответственно, различия в энергетических характеристиках движения. При использовании в момент броска усилий рычага, Уке должен быть неподвижен в момент создания Тори тягового усилия, а его ОЦМ перемещаться в пространстве за счет создания Тори большего усилия на коротком плече, что способствует выведению Уке из равновесия. При создании вращения тела Уке относительно собственного общего

центра масс, перемещения ОЦМ в пространстве может не происходить, и, следовательно, выведение из равновесия может играть меньшую роль [2].

Бросок «Учи-Мате» является одним из самых распространенных в технике дзюдо, применяемых на соревнованиях [3]. В ранее проведенных исследованиях выполнения броска «Учи-Мате» были выявлены критерии, определяющие изменение угла устойчивости Уке во время проведения броска «Учи-Мате» при угловых параметрах наклона туловища Тори относительно горизонтальной линии. В различных узловых элементах движения был определен ОЦМ тела Тори и Уке, а также ОЦМ системы взаимодействия двух тел, что позволило определять угол неустойчивости в зависимости от угла между точкой опоры и ОЦМ системы тел в зависимости от ее высоты [4, 5].

Структура формирования правильности траекторий спортивного движения зависит от ряда факторов. В первую очередь следует учитывать характер мышечных усилий при выполнении тяговых действий [6]. Наряду с этим, биомеханика двигательного действия напрямую зависит от положений звеньев тела спортсмена в момент ключевых фаз и узловых элементов. Это позволяет избежать ошибок в выполнении движения и снизить возможность получения травмы [7]. Кроме того, следует дифференцировать техническое исполнение осваиваемого элемента движения с уровнем специальной подготовленности спортсмена [8].

Формирование рациональных траекторий бросковой техники во многом зависит от места положения ОЦМ спортсменов в каждый из моментов времени движения [9]. Это определяется созданием динамических усилий и степенями свободы в суставных движениях [10, 11]. Неправильно

сформированные траектории перемещения звеньев тела влекут излишнее напряжение в суставных сочленениях и проигрыше в силе в костных рычагах [12, 13]. Это предполагает проведение качественного биомеханического анализа для определения ключевых моментов техники движения и своевременное обнаружение ошибок с последующей их коррекцией [14].

Цель исследования заключалась в определении эффективности использования момента инерции тела при выполнении технического действия «Учи-Мате».

**Основная часть.** Исследование проводилось в научно-исследовательской лаборатории физической культуры и спорта Гомельского государственного университета имени Франциска Скорины. В исследовании приняли участие квалифицированные спортсмены, занимающиеся дзюдо, в возрасте 18–21 года.

Анализ кинематических и динамических параметров движения осуществлялся на основании видеозаписей выполнения броска «Учи-Мате». Всего было проанализировано 113 бросков, выполненных с максимальной интенсивностью. Расчет биомеханических параметров движения осуществлялся на основании общепринятых методик, изложенных в литературе [15, 16].

Видеоанализ бросков, выполненный на основании высокоскоростной видеосъемки и создании хронофотограмм, был направлен на выявление инвариантов действий техники выполнения «Учи-Мате» с учетом кинематических и динамических характеристик выполняемого движения. На рисунке 1 представлена хронофотограмма выполнения броска с указанием основных составных частей движения, а именно: Кузуши (действия по выведению соперника из равновесия), Цукури (атака соперника – вход в бросок) и Каке (перевод соперника в положение партера).

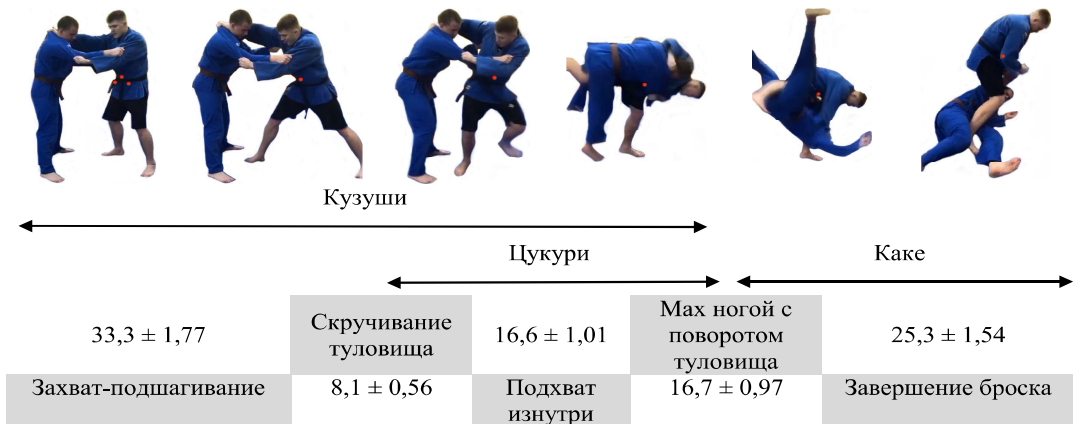


Рисунок 1 – Хронофотограмма выполнения броска «Учи-Мате»



Рисунок 2 – Динамика показателей моментов инерции тела спортсмена при выполнении броска «Учи-Мате» в узловых положениях броска



Рисунок 3 – Динамика показателей угловых положений и угловых скоростей продольной оси тела в узловых параметрах движения броска «Учи-Мате»

С учетом вариативности техники выполнения броска подхватом, а именно, способа закрытия дистанции различными шагами и действиями, осуществляемые с поворотом на  $180^\circ$  и с поворотом на  $90^\circ$ , рассчитывался момент инерции движения относительно ОЦМ Тори (рисунок 2).

Для формирования правильности выполнения техники выполнения броска «Учи-Мате», необходимо оценить взаимодействие «ОЦМ-пары» – ОЦМ туловища Тори и ОЦМ его ног. Наиболее важным компонентом данного взаимодействия является время выполняемого атакующего движения. Это необходимо для достижения наилучшей позиции при сокращении расстояния между спортсменами.

Влияние времени на характер выполнения броска в различных узловых элементах броска позволяет сопоставить характер угловых перемещений продольной оси тела спортсмена с параметрами скорости перемещения его звеньев (рисунок 3).

Динамика соревновательного поединка на фоне высокого уровня защитных действий Уке и выросшего уровня акробатических способностей спортсменов приводит к тому, что, не смотря на оптимальные временные параметры движения, конечное положение, достигнутое Тори перед началом Цукури, часто не является оптимальным для эффективного применения усилия, созданного «ОЦМ-парой». В этом случае большинство спортсменов корректируют неоптимальную конечную позицию тактическими действиями, выполняя либо разворот относительно собственной оси на  $180^\circ$ , либо латеральный доворот. Момент инерции ОЦМ тела в сагиттальной плоскости увеличивается за счет горизонтального момента инерции в поперечной плоскости и становится бо-

лее эффективным при изменении времени приложения силы.

Биомеханический анализ изменения момента инерции тела спортсмена позволяет проанализировать структуру действий и выбор направлений усилий Тори, при которых мышечные усилия Уке наименее способны противостоять проекционной технике. Понимание этого позволяет определить траектории наилучшего использования энергии, что, в свою очередь, может дать информацию о траекториях движения центра масс противника в пространстве.

Использование механизма момента инерции для создания условия вращения тела Уке вокруг ОЦМ двух тел позволяет использовать некоторые специфические вращения для повышения эффективности техники броска. В частности, одним из вариантов повышения эффективности является создание интегрального механизма взаимодействия момента инерции и механизма рычага в движении, не применяя их одновременно.

**Заключение.** Анализ проведенных исследований позволяет утверждать, что при формировании наиболее эффективных траекторий движения звеньев тела во время выполнения броска «Учи-Мате», необходимо учитывать характер вращательных действий тела на создание условий выведения тела соперника из равновесия и использование момента инерции тела для повышения эффективности движения в соревновательных условиях. Техника выполнения броска «Учи-Мате» с использованием момента инерции повышает эффективность вариантов вращения и способствует изменениям в их механике движения.

1. Бондаренко, К. К. Биомеханические параметры выполнения броска о-Сото-гари в карате / К. К. Бондаренко // Спорт и спортивная медицина : материалы международной научно-практической конференции, посвященной 40-летию со дня основания Чайковского государственного института физической культуры, Чайковский, 09–11 апреля 2020 года. – Чайковский: Чайковский государственный институт физической культуры, 2020. – С. 49–55.
2. Макаров, И. В. Модельные параметры выполнения броска в дзюдо / И. В. Макаров // Проблемы и перспективы организации физиологического сопровождения занятий спортом и физической культурой : Сборник научных трудов молодых ученых. – Челябинск : Уральский государственный университет физической культуры, 2021. – С. 123–127.
3. Оценка уровня подготовленности дзюдоистов-юниоров к современной соревновательной борьбе / В. М. Гуралев, В. М. Дворкин, А. Ю. Осипов, С. М. Шнаркин // Известия Тульского государственного университета. Физическая культура. Спорт. – 2023. – № 3. – С. 74–81.
4. Макаров, И. В. Узловые положения бросковой техники в дзюдо / И. В. Макаров, К. К. Бондаренко // Состояние и перспективы технического обеспечения спортивной деятельности : Сборник материалов VII Международной научно-технической конференции, Минск, 21 октября 2021 года. – Минск: Белорусский национальный технический университет, 2021. – С. 154–158.
5. Различия траекторий центра масс атакующего спортсмена в процессе выполнения передней подножки разными способами / А. Г. Левицкий, Д. А. Матвеев, А. А. Поципун, О. В. Ошина // Теория и практика физической культуры. – 2021. – № 8. – С. 88–90.
6. Макаров, И. В. Оценка мышечных усилий дзюдоистов / И. В. Макаров, К. К. Бондаренко // Физическая культура, спорт и здоровьесбережение: поиск, инновации и перспективы развития : Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Мурманск, 30 ноября 2022 года / ответственный редактор О. Г. Киевская. – Мурманск: Мурманский арктический государственный университет, 2023. – С. 89–92.
7. The Mistakes Causes in the Pole Vaults Entry Phase and Correction Methods / К. К. Bondarenko, A. E. Bondarenko, A. A. Stepankova, S. V. Sevdalev // Journal of Siberian Federal University. Humanities and Social Sciences. – 2024. – Vol. 17, No. 2. – P. 268–277.
8. Влияние техники приемов в дзюдо на получение травм опорнодвигательного аппарата / Н. А. Федяев, Э. В. Маркин, С. Ю. Никитченко [и др.] // Педагогический журнал. – 2022. – Т. 12, № 2–1. – С. 239–245. – DOI 10.34670/AR.2022.68.75.032.
9. Turkcapar, U. Study of sport confidence level in judo athletes / U. Turkcapar, Dz. O. Abdyrakhmanova // Наука и спорт: современные тенденции. – 2023. – Vol. 11, No. 4. – P. 104–112.
10. Анализ траектории центра масс атакующего спортсмена при демонстрации броска подсечкой в колено / А. Г. Левицкий, Д. А. Матвеев, А. А. Поципун, С. А. Краев // Теория и практика физической культуры. – 2021. – № 4. – С. 97–98.
11. Kinematic and dynamic parameters of final stage of javelin throwing / К. К. Bondarenko, A. E. Bondarenko, V. A. Borovaya [et al.] // Russian Journal of Biomechanics. – 2022. – Vol. 26, No. 1. – P. 84–95. – DOI 10.15593/RJBiomech/2022.1.08.
12. Левицкий, А. Г. Биомеханические особенности броска через спину в условиях соревновательной схватки у атакующего спортсмена / А. Г. Левицкий, Д. А. Матвеев // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2022. – № 10(212). – С. 231–235.
13. Компьютерная программа для мониторинговых исследований спортивной подготовки в дзюдо / А. Ю. Гуляев, В. В. Зебзеев, В. М. Чучков, В. Г. Сергеев // Физическое воспитание и спортивная тренировка. – 2024. – № 1(47). – С. 194–200.
14. Левицкий, А. Г. Биомеханический анализ движений атакующего спортсмена в процессе выполнения обратного броска через спину (REVERSE – SEOI – NAGE) в условиях отсутствия сопротивления / А. Г. Левицкий, Д. А. Матвеев // Научные труды Северо-Западного института управления РАНХиГС. – 2021. – Т. 12, № 2(49). – С. 212–218.
15. Казначеев, А. В. Применение технологии видеонализа в подготовке студентов-спортсменов (на примере дзюдо) / А. В. Казначеев // XLVIII Самарская областная студенческая научная конференция : тезисы докладов, Самара, 11–22 апреля 2022 года / Министерство образования и науки Самарской области; Совет ректоров вузов Самарской области; Ассоциация вузов Самарской области. – Том 2. – Санкт-Петербург: ООО «Эко-Вектор», 2022. – С. 410–411.
16. Бондаренко, К. К. Биомеханика : Практическое пособие для студентов специальности 1-03 02 01 «Физическая культура» / К. К. Бондаренко, А. Е. Бондаренко. – Гомель : Гомельский государственный университет им. Франциска Скорины, 2019. – 48 с.

Поступила в редакцию: 27.06.2024