

REFERENCES

1. Bugrov, V.G. (2008), *Pedagogical prevention of mental distress in children of risk group*, Academic press, Chelyabinsk.
2. Ananyeva, I.A. and Yampolskaya, Yu.A. (2008), *Physical development and adaptive capacities of the pupils*, Russian Academy of medical Sciences press, Moscow.
3. Arshavsky, I.A. (2005), *the Basics of age periodization*, OLMA-press, Moscow.

**Контактная информация:** oleg-ushu@mail.ru

*Статья поступила в редакцию 14.02.2017*

УДК 796.412

**БИОМЕХАНИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА БРОСКОВЫХ ДЕЙСТВИЙ В  
ХУДОЖЕСТВЕННОЙ ГИМНАСТИКЕ**

*Лилия Александровна Коновалова, кандидат педагогических наук, доцент,  
Валерий Борисович Поканинов, кандидат педагогических наук, доцент,  
Поволжская государственная академия физической культуры, спорта и туризма  
(Поволжская ГАФКСиТ), Казань*

**Аннотация**

В статье представлены результаты сравнительного биомеханического анализа бросковых действий с различными двигательными задачами, выполненные гимнастками высокой квалификации. На основании полученных количественных характеристик определены модельные параметры биомеханической структуры бросков, отвечающих современным требованиям художественной гимнастики.

**Ключевые слова:** художественная гимнастика, бросковые действия, точность, биомеханическая структура.

**BIOMECHANICAL STRUCTURE OF THROWS IN THE RHYTHMIC GYMNASTICS**

*Lilia Alexandrovna Konovalova, the candidate of pedagogical sciences, senior lecturer,  
Valery Borisovich Pokanin, the candidate of pedagogical sciences, senior lecturer,  
Volga Region State Academy of Physical Culture, Sports and Tourism, Kazan*

**Annotation**

The article presents the results of the comparative biomechanical analysis of the throws with different motor tasks that are performed by the highly skilled gymnasts. The study has identified the model parameters of the kinematic and dynamic structures of the modern rhythmic gymnastics throws based on the received quantitative characteristics.

**Keywords:** rhythmic gymnastics, throws, accuracy, biomechanical structure.

**ВВЕДЕНИЕ**

Художественную гимнастику как вид спорта отличает высокая значимость точности выполнения двигательных действий при оценке технических компонентов соревновательных программ спортсменок. Наименее надежными из большого разнообразия технических элементов с предметами, по мнению специалистов, являются бросковые действия [1]. В связи с этим, вопросу изучения техники бросковых действий в художественной гимнастике уделяется пристальное внимание.

В большинстве работ, посвященных данной проблеме, авторы останавливаются на качественном описании техники движений с позиции методического обоснования процесса обучения бросковым действиям. И лишь немногие исследуют структуру бросковых действий с выявлением количественных характеристик движения [3, 5].

Фрагментарность знаний о технических параметрах бросковых действий высокой точности ограничивает возможности и эффективность предметной подготовки в художе-

ственной гимнастике. Поэтому, традиционным является подход, когда в тренировке для решения задачи повышения точности бросковых действий используются средства и методы развития психофизических качеств гимнасток [2, 6]. Данный сенсомоторный подход к тренировке двигательных действий, имеющих высокую реализационную значимость, себя уже не оправдывает, так как темпы становления технического мастерства в этом случае недостаточны для современного развития художественной гимнастики.

Всем этим, объясняется актуальность и практическая значимость исследований проблемы биомеханического обоснования техники бросковых действий, отвечающей современным требованиям художественной гимнастики.

Целью исследования является выявление биомеханической структуры бросковых действий высокой точности в художественной гимнастике.

Для этого был проведен лабораторный эксперимент с использованием видеоанализа и тензометрии. Биомеханическому анализу были подвергнуты наиболее часто используемые в соревновательных программах гимнасток броски махом на опоре. Анализу подверглись свыше 100 бросковых действий с булавами, выполненных 8 гимнастками высокой квалификации (МС и МСМК).

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Броски в художественной гимнастике относятся к группе перемещающих движений целевой точности, задачей которых является формирование оптимальной траектории полета предмета. Параметрами такой траектории являются: 1) продолжительный полет предмета, 2) достижение заданной дальности полета предмета [4].

Математическое моделирование с использованием двух формул зависимости параметров броска: времени ( $T$ ) и дальности ( $C$ ) полета предмета от начальной скорости ( $V_0$ )

и угла вылета ( $\alpha_0$ ): 1)  $T = \frac{2V_0}{g} \times \sin \alpha_0$ ; 2)  $C = \frac{V_0^2}{g} \times \sin 2\alpha_0$ , позволило сделать следующие выводы:

1. Длительной свободное перемещение предмета обусловлено высокой начальной скоростью его вылета.

2. Необходимая дальность полета предмета определена тонким варьированием угла вылета в диапазоне  $75 \div 90^\circ$ .

Исходя из этого, гимнастка, выполняя бросковое действие, должна в комплексе решать две двигательные задачи: одну силового характера, другую – точностного.

Для выявления биомеханических параметров, обуславливающих достижение максимальной скорости вылета предмета и возможность тонкого варьирования углом вылета в броске, сравнительному анализу были подвергнуты броски булавы с различными двигательными задачами. В качестве силовых рассматривались броски, в которых основной задачей являлась максимальная высота полета предмета. В точностных – максимальная точность последующей ловли.

Статистический анализ с использованием t-критерия Стьюдента показал, что броски с различными двигательными задачами достоверно отличаются по параметрам вылета предмета и результирующим характеристикам данных двигательных действий – времени полетной фазы, высоты и дальности броска (таблица 1)

Очевидно, что при внешней идентичности анализируемых бросков имеет место своеобразие их биомеханической структуры, обусловленное спецификой решаемых двигательных задач. Для этого рассмотрим основные механизмы построения бросковых действий.

Биомеханической основой броска является 3-х этапный процесс сообщения скорости предмету. На первом этапе скорость сообщается всей системе «гимнастка – предмет», на втором – скорость набирают верхние звенья системы «туловище – рука – пред-

мет», третий реализует задачу сообщения ускорения только предмету.

Таблица 1 – Статистический анализ кинематических характеристик бросков булавы с различными двигательными задачами

Кинематические характеристики	Броски ( $\bar{x} \pm s$ )		t	ρ
	Силовой	Точностный		
Продолжительность броска, с	0,86±0,05	0,94±0,02	1,32	-
Начальная скорость вылета, м/с	9,52±0,15	8,70±0,08	4,38	0,001
Угол вылета, град	88,24±1,7	89,38±0,6	0,31	-
Время полетной фазы, с	1,98±0,04	1,78±0,02	4,13	0,001
Высота полета, м	4,62±0,16	3,86±0,07	4,27	0,001
Дальность полета, м	1,26±0,38	0,38±0,14	2,12	0,05

На первом этапе реализуется механизм взаимодействия гимнастки с опорой. Статистический анализ двух показателей – максимальной силы, развиваемой в отталкивании ( $F_{max}$ ) и времени отталкивания (Т) – показал, что броски силовой направленности достоверно отличаются ( $p < 0,01$ ) от бросковых действий с задачей на точность лишь по величине максимальной силы (таблица 2). Следовательно, динамическим показателем эффективности броскового действия на первом этапе, является проявление значительной силы отталкивания.

Таблица 2 – Сравнительный статистический анализ биомеханических характеристик отталкивания в бросках с различными двигательными задачами

Показатели	Броски ( $\bar{x} \pm s$ )		t	ρ
	Силовой	Точностный		
Максимальная сила отталкивания $F_{max}$ , кг	63,6±1,04	47,89±1,62	3,04	0,01
Время отталкивания Т, с	0,185±0,004	0,192±0,009	0,044	-

Полученный в процессе отталкивания от опоры импульс силы далее должен быть передан верхним частям системы «гимнастка – предмет». Данный процесс происходит при участии механизма последовательной передачи количества движения по кинематической цепи в единстве с механизмом регуляции фиксации звеньев.

Сравнительный анализ движения звеньев нижних конечностей по показателю угловой скорости данных звеньев в точностном и силовом бросках показал, что в обоих случаях имеет место поочередное включение в работу звеньев кинематической цепи. Наиболее ярко, это проявляется в точностном бросковом действии (рисунок 1).

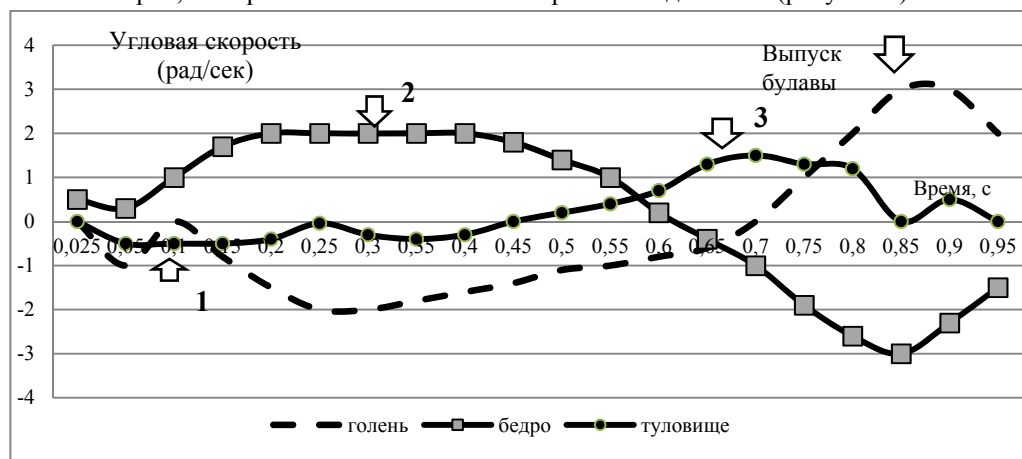


Рисунок 1 – График изменения угловых скоростей движения звеньев кинематической цепи в бросковом действии точностного характера

Когда первый максимум скорости достигает голень, второй – бедро и третий туловище. Кроме того, для обоих видов броска характерно наличие завершающего ускорения голени в финальной части броска, которое является результатом подъема гимнастки в

стойку на носках, что приносит дополнительный вклад скорости в движение системы «гимнастка – предмет». Это является отличительной особенностью бросковых действий в художественной гимнастике, выделяющих их из группы перемещающих движений.

Организация движения звеньев верхних отделов биокинематической цепи напротив, отличается в бросках силовой и точностью направленности.

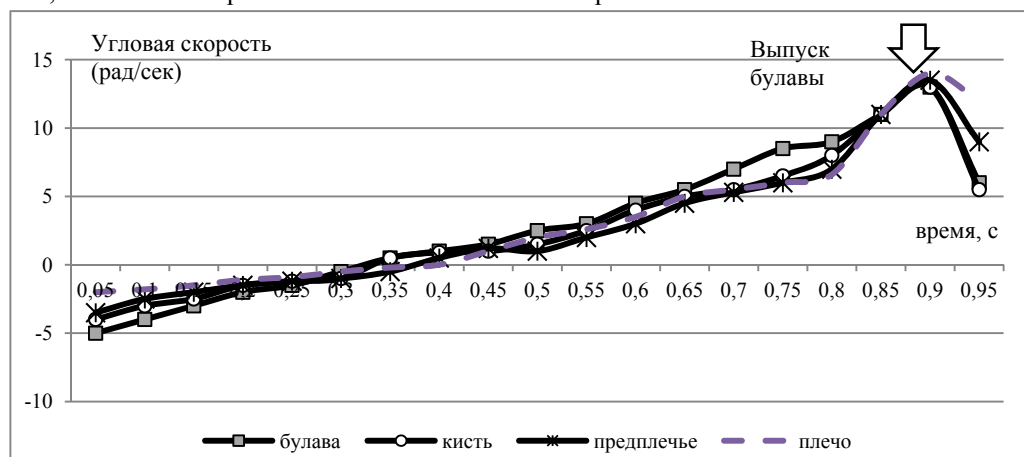


Рисунок 2 – График изменения угловых скоростей движения звеньев бросающей руки и предмета в бросковом действии точностного характера

Так, в точностном броске звенья руки и предмет двигаются как единой целое в продолжение всего броска. При этом вращательное движение происходит только в плечевом суставе, другие суставы жестко фиксированы, бросок выполняется прямой рукой (рисунок 2). В силовом броске рука с предметом движется как единое целое только в подготовительных фазах. А в финальной части отмечено хлестообразное движение руки, за счет ускоренного движения предплечья (рисунок 3).

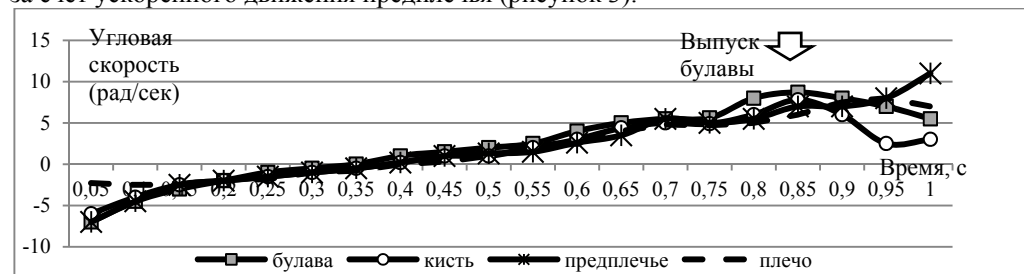


Рисунок 3 График изменения угловых скоростей движения звеньев бросающей руки и предмета в бросковом действии силового характера

Исследование силы, приложенной к булаве в силовом и точностном броске, показало различия в динамической структуре данных движений (рисунок 4). В силовом броске отмечено непрерывное и постепенное нарастание силы до максимальной величины в первых двух фазах броскового действия. В финальной части имеет место раннее прекращения действия силы, что соответственно уменьшает время приложения силы к булаве, а значит, и ее скорость. В точностном броске, напротив, кривая действия силы имеет выраженные периоды спада и нарастания, что, безусловно, усложняет процесс управления движением. Но, выпуск булавы совпадает с моментом достижения максимальной силы.



Рисунок 4 –График силы, приложенной к булаве в бросках точностной и силовой направленности

Выявленные достоинства и недостатки динамической структуры бросков силового и точностного характера позволили определить наиболее рациональный вариант техники, который отличает плавный рост силы в подготовительных фазах и крутое нарастание усилий в финале броскового действия.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, в броском действии, отвечающем современным требованиям художественной гимнастики, где силовая и точностная задачи должны реализовываться в комплексе рациональную биомеханическую структуру отличают:

- 1) особенности взаимодействия с опорой, когда в подготовительных фазах гимнастка должна проявить максимальную силу отталкивания от опоры, а в момент выпуска предмета оказывать минимальное давление на опору;
- 2) особенности организации взаимодействия звеньев в биокинематической цепи, когда в нижних отделах системы «гимнастка-предмет» звенья должны включаться в работу последовательно, а в верхнем отделе системы – одновременно при жесткой фиксации дистальных звеньев рабочей руки.
- 3) особенности динамической структуры, когда в подготовительных фазах гимнастка должна обеспечить плавный рост силы прикладываемой к предмету, а в финале броска быстрое нарастание величины усилия.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Андреева, Н.О. Значение отдельных компонентов предметной подготовки гимнасток по данным анкетирования тренеров разной квалификации / Н.О. Андреева // Педагогика, психология и медико-биологические проблемы физического воспитания и спорта. – 2014. – № 9. – С. 3-10.
2. Данильченко, О.В. Средства тренировки надежности перебросок предметов в групповых упражнениях в художественной гимнастике / О.В. Данильченко // Апробация. – 2014. – № 5. – С. 84-87.
3. Индивидуальные биомеханические особенности взаимодействия спортсменок с предметами в художественной гимнастике / В.М. Адашевский [и др.] // Педагогика, психология и медико-биологические проблемы физического воспитания и спорта. – 2014. – № 6. – С. 3-10.
4. Коновалова, Л.А. Современные требования к параметрам вылета предмета в бросковых действиях художественной гимнастики / Л.А. Коновалова, В.Б. Поканинов // Современные условия взаимодействия науки и техники : сборник статей Международной научно-практической конференции (30 февраля 2017 г. г. Казань) : в 2 ч. Ч. 2. – Уфа : ОМЕГА САЙНС, 2017. – С. 107-109.
5. Коновалова, Л.А. Средства и методы тренировки точности двигательных действий в художественной гимнастике : автореф. дис. ... канд. пед. наук / Коновалова Л.А. – СПб., 1993. – 21 с.

6. Краева, Е.С. Сопряженное проявление способностей при выполнении перебросок предметов различной сложности в групповых упражнениях художественной гимнастики / Е.С. Краева, И.А. Степанова // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2016. – № 4 (134). – С. 140-143.

#### REFERENCES

1. Andreeva, N.O. (2014), "Value of the individual components subject training gymnasts according to the survey of coaches with different skills", *Pedagogics, psychology, medical-biological problems of physical training and sports*, No. 9, pp. 3-10, doi: 10.5281/zenodo.10120.
2. Danilchenko, O.V. (2014), "Means workout reliability rendition of subjects in group exercises in rhythmic gymnastics", *Testing*, No.5, pp. 84-87.
3. Adashevskiy, V.M., Iermakov, S.S., Logvinenko, Y.I., Cieślicka, Mirosława, Stankiewicz, Błażej and Pilewska, Wiesława. (2014), "Individual athletes' biomechanical features of interaction with objects in art gymnastics", *Pedagogics, psychology, medical-biological problems of physical training and sports*, No.6, pp. 3-10, doi:10.6084/m9.figshare.1004089.
4. Konovalova, L.A. and Pokaninov, V.B. (2017), "Modern requirements to the parameters of the subject of the departure in the throws of rhythmic gymnastics", *Modern conditions of interaction of science and technology. A collection of articles of the International Scientific and Practical Conference (February 30, 2017 Kazan)*, vol. 2, Omega Science, Ufa, pp.107-109.
5. Konovalova, L.A. (1993), *Means and methods of training the accuracy of motor actions in rhythmic gymnastics*, dissertation, St. Petersburg.
6. Kraeva, E.S. and Stepanova, I.A. (2016), "Simultaneous manifestation of motor skills in performance of exchanging of subjects of various difficulties in group exercises in rhythmic gymnastics", *Uchenye zapiski universiteta imeni P.F. Lesgafta*, Vol. 134, No. 4, pp. 140-143.

**Контактная информация:** liliykonovalov@yandex.ru

*Статья поступила в редакцию 28.02.2017*

**УДК 316.422**

#### **ДИАГНОСТИКА БЕЗОПАСНОСТИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ НА ОСНОВЕ СОВРЕМЕННЫХ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ**

*Галина Кузьминична Коротько, старший преподаватель,  
Ольга Александровна Снимщикова, старший преподаватель,  
Евгений Николаевич Басов, старший преподаватель,  
Вячеслав Николаевич Ниживенко, старший преподаватель,  
Дмитрий Александрович Романов, кандидат педагогических наук, доцент,  
Кубанский государственный технологический университет, г. Краснодар*

#### **Аннотация**

Цель исследования – разработка универсального метода диагностики безопасности образовательных сред. Известно, что среда – ведущий фактор развития личности; образовательная среда – часть социальной среды, в которой происходит непосредственное взаимодействие субъектов образовательной деятельности в определённых формах и соответствующих условиях. Также известно, что безопасность – одна из важнейших характеристик образовательной среды. Авторами предложены универсальные критерии безопасности образовательных сред, количественная оценка которых основана на методе каменистой осыпи, а также и иных современных математических методах. Предложенные критерии универсальны, т.е. инвариантны по отношению к типу и профилю образовательных сред, а также уровню социальной иерархии. Практическая значимость результатов исследования – в возможности их применения в системе мониторинга образовательных сред, теоретическая значимость – в возможности дальнейшего научного осмысления проблемы их конкурентоспособности.

**Ключевые слова:** образовательная среда, диагностика, метод каменистой осыпи, безопасность, модель.