

УДК 796.412.22

# БИОМЕХАНИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ И СРЕДСТВА ФОРМИРОВАНИЯ РАЦИОНАЛЬНОЙ ТЕХНИКИ БРОСКОВОГО ДЕЙСТВИЯ В ХУДОЖЕСТВЕННОЙ ГИМНАСТИКЕ

Л.А. Коновалова, В.Б. Поканинов

ФГБОУ ВО «Поволжская государственная академия физической культуры, спорта и туризма»,  
Казань, Россия

Для связи с авторами: E-mail: lilykonovalov@yandex.ru

## **Аннотация:**

**Цель исследования** – выявить биомеханические критерии рациональной организации движения ОЦТ при выполнении броскового действия в художественной гимнастике и на их основе разработать средства формирования эффективной техники.

**Материалы и методы.** Исследовались 48 бросковых действий с различными двигательными задачами, выполненных 8 гимнастками высокой квалификации (МС и МСМК). Использовался биомеханический комплекс, включающий стабилограф «Стабилан-01», синхронизированный с видеосъемкой. Оценке подвергалось перемещение общего центра тяжести (ОЦТ) при удержании статической позы и выполнении бросковых действий. Качественная оценка определялась характером кривой (траекторией проекции ОЦТ на горизонтальную плоскость) с начала фазы разгона до момента выпуска предмета. Количественная оценка определялась суммарным разбросом колебаний центра давления (ЦД) и средней скоростью перемещения ЦД в каждой из фаз броскового действия.

**Результаты.** Определены биомеханические критерии рациональной техники анализируемых двигательных действий. К таким критериям относятся: особенности движения ОЦТ тела гимнастки в подготовительных и финальной фазах броска и устойчивость равновесия в момент выпуска предмета.

**Заключение.** Для совершенствования техники бросковых действий гимнасток предложены средства срочной информации о наличии отклонений от рациональной техники – катающаяся доска и балансирующая платформа. Разработанные средства будут внедрены в тренировочный процесс гимнасток.

**Ключевые слова:** художественная гимнастика, бросковые действия, рациональная техника, ОЦТ тела гимнастки, тренажер, точностные действия, стабилограмма, устойчивость, двигательная задача, управление двигательным действием.

## **BIOMECHANICAL CRITERIA AND MEANS OF DEVELOPING RATIONAL THROW TECHNIQUES IN RHYTHMIC GYMNASTICS**

L.A. Konvalova, V.B. Pokaninov

Volga Region State Academy of Physical Culture, Sports and Tourism, Kazan, Russia

### **Abstract:**

**The purpose** of this research is to identify the biomechanical criteria for rational movement organization of common center of gravity during the throwing motions in rhythmic gymnastics and to elaborate means of effective techniques development on its basis.

**Materials and methods.** 48 throwing motions with different motor tasks performed by 8 highly qualified gymnasts (Master of Sports and Master of Sports World Class) were analyzed. The biomechanical complex including the "Stabilan-01" stabilograph synchronized with video shooting was used. The assessment was focused on changes in the common center of gravity during static posture holding and throws making. The qualitative assessment was determined by the trajectory of projection of the common center of gravity to the horizontal plane from the beginning of the acceleration phase to the moment of the object release. The quantitative assessment was determined by the total range of the center of pressure oscillations and average center of pressure velocity in each phase of the throwing motion.

**Results.** The biomechanical criteria of the rational technique of analyzed motor actions are identified. These criteria include: displacement features of the gymnast body center in the initial and final throw phases and the stability of equilibrium at the time of release of a sporting projectile.

**Conclusion.** In order to improve throw techniques of gymnasts we offered means of urgent information about deviations from rational techniques, which are rolling and balance boards. The developed simulators will be implemented into the training process of gymnasts.

**Keywords:** rhythmic gymnastics, throwing motions, rational technique, body center of a gymnast, simulator, precision actions, stabilogram, balance, motor task, motor control.

## ВВЕДЕНИЕ

Анализ состояния и обобщение передовой педагогической практики свидетельствуют о высокой актуальности проблем овладения рациональной техникой и её совершенствования при освоении двигательных действий целевой точности, к которым относятся броски предметов в художественной гимнастике [3]. Такой интерес специалистов неслучаен в связи со значительным объемом и возросшей технической сложностью бросковых элементов в соревновательных комбинациях гимнасток.

Особую трудность вызывает задача выявления ключевых, базовых показателей, которые определяют эффективность техники броскового действия и служат опорными звеньями как при обучении, так и при совершенствовании индивидуально оптимальной техники движений. В художественной гимнастике, где спортсменке приходится одновременно решать несколько двигательных задач в бросковом действии, особенно важно определить критерии рациональной организации многозвенной системы «гимнастка-предмет».

В этой связи интерес представляют исследования, в которых данный вопрос решается в соответствии с требованиями процесса управления точно-целевыми движениями. Существует подход, основанный на мнении В.С. Гурфинкеля [2, с.59], суть которого заключается в том, что умение сохранять устойчивое положение при выполнении различных спортивных упражнений позитивно сказывается на результате.

Анализ немногочисленных работ, в которых рассматривается зависимость результата от перемещения общего центра тяжести (ОЦТ) тела спортсмена, выявил, что специфика задач, решаемых в бросковых действиях, обуславливает различные требования к сохранению устойчивого положения в процессе их выполнения. Данные расхождения присут-

ствуют при рассмотрении финальной части бросков.

Так, в задачах силового характера успешность реализации определяется непрерывностью перемещения ОЦТ в конце толчка [6]. Такое мнение объясняется тем, что использование элемента падения в направлении метания позволяет увеличить горизонтальную скорость движения как самого спортсмена, так и снаряда в финале. Напротив, точностная задача предъявляет повышенные требования к сохранению устойчивого положения в момент выпуска снаряда. По мнению А.Я. Корха [5, с. 73] и С.В. Голомазова [1, с.79], это является основой для тонкого регулирования частных взаимодействий внутри системы.

Таким образом, имеет место противоречие организации движения ОЦТ в финале броскового действия, обусловленное тем, что силовой бросок рассматривается с позиции условий увеличения действующей на снаряд силы, точностный – с позиций создания условий для тонкого управления системой.

В художественной гимнастике спортсменка при выполнении броскового действия, отвечающего современным требованиям соревновательной деятельности, должна в комплексе решать две двигательные задачи: одну силового характера, другую – точностного. Это связано с тем, что бросок является частью профилирующей связки, в составе которой ловля и связующие элементы, выполняемые в период свободного полета предмета. В правилах по художественной гимнастике ФИЖ 2017-2020 гг. они обозначены как динамические элементы с вращением и являются обязательными компонентами трудности соревновательных программ гимнасток [4]. Их отличают наличие двух и более вращательных элементов под броском, повышающих продолжительность полетной фазы, и усложненные способы ловли в условиях строгих критериев к точности пространственных и

временных параметров приема предмета.

**Цель исследования:** выявить биомеханические критерии рациональной организации движения ОЦТ при выполнении броскового действия в художественной гимнастике и на их основе разработать средства формирования эффективной техники. Для этого было проведено стабилметрическое исследование 48 бросковых действий с различными двигательными задачами, выполненных 8 гимнастками высокой квалификации (МС и МСМК). Использовался биомеханический комплекс, включающий стабилограф «Стабилан-01», синхронизированный с видеосъемкой. Оценке подвергалось перемещение ОЦТ при удержании статической позы и выполнении бросковых действий. Качественная оценка определялась характером кривой (траекторией проекции ОЦТ на горизонтальную плоскость) с начала фазы разгона до момента выпуска предмета. Количественная оценка определялась суммарным разбросом колебаний центра давления (ЦД) и средней скоростью перемещения ЦД в каждой из фаз броскового действия.

В связи с тем что анализируемые броски относятся к движениям без перемены мест, перемещение ОЦТ происходит в пределах площади опоры с целью сохранения устойчивого положения в продолжение всего броскового действия. Поэтому интерес представлял не только анализ движения ОЦТ в финале, но и качество решения задачи сохранения равновесия в подготовительных фазах броска.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

На рисунках 1 и 2 приведены стабилограммы бросковых действий в художественной гимнастике точностной и силовой направленности. Из графиков видно, что в процессе их выполнения движение ОЦТ тела гимнастки происходит как в передне-заднем, так и в боковом направлениях. Но если движение ОЦТ в боковом направлении в анализируемых бросках идентично и характеризуется незначительным переносом тяжести тела с одной ноги на другую во всех фазах анализируемого действия, то кривая, описывающая движение ОЦТ в передне-заднем направлении, имеет значительные различия.

В точностном броске (рисунок 1) наблюдается плавное перемещение ОЦТ в подготовительных фазах броскового действия, обусловленное выполнением комплекса вращательных движений бросающей руки, нижних конечностей и туловища. Причем к концу третьей фазы в результате возвратного движения выведенного ранее вперед ОЦТ оно приближается, но не возвращается к исходному положению, характерному началу броскового действия. Это связано с тем, что гимнастка в финале возвращается не в основную стойку, а в стойку на носках.

В третьей фазе точностного броска движение ОЦТ прекращается во всех направлениях и наблюдается стабилизация его положения. Кривую движения ОЦТ в силовом броске (рисунок 2) характеризует отсутствие плавно-

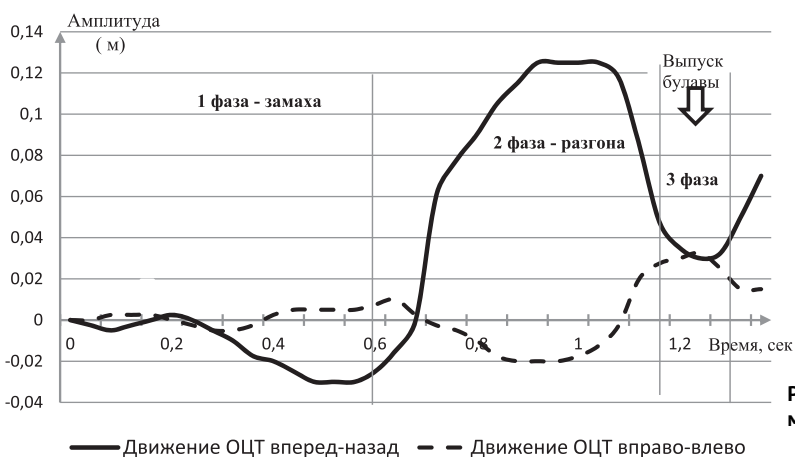


Рисунок 1 – Стабилограмма точностного броска

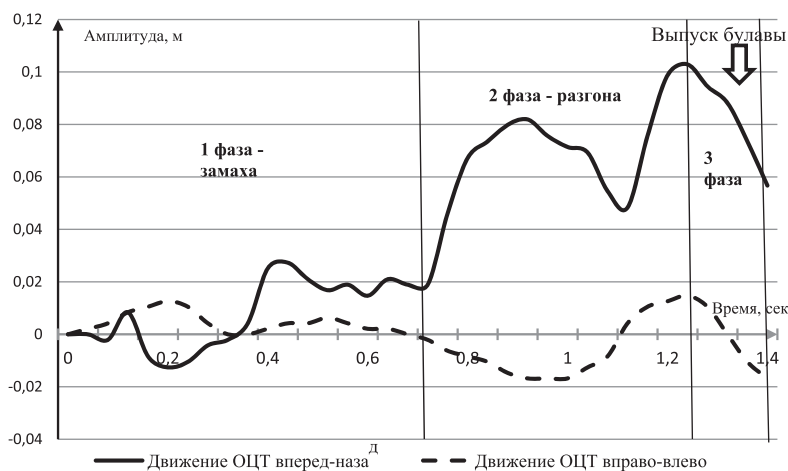


Рисунок 2 – Стабилограмма силового броска

го переноса ОЦТ в передне-заднем направлении, так как имеет место его колебание. Кроме того, если в точностном броске движение ОЦТ в третьей фазе прекращается, то в силовом отмечено начало возвратного движения ОЦТ. Это связано с тем, что скорость возвратного движения ОЦТ достоверно ниже в силовом броске по сравнению с таковой в точностном (таблица 1). Поэтому в данном случае стабилизация положения и фиксации конечной позы гимнасткой невозможны.

Таким образом, анализ стабилотрамм показал, что элемент падения вперед в финале броска, направленный на увеличение скорости вылета снаряда, не характерен для бросковых действий художественной гимнастики. Независимо от двигательной задачи, гимнастка в третьей фазе стремится принять устойчивое положение с целью создания благоприятных условий для формирования траектории полета. Движение ОЦТ с резкими колебаниями затрудняет реализацию этой задачи, так как это влечет, с одной стороны, потерю энергии, предназначенной для передачи снаряду, с другой – усложнение процесса управления

многозвенной системой. Поэтому плавное перемещение ОЦТ в подготовительных фазах и высокое качество устойчивости в финале наиболее предпочтительны для эффективной реализации задач как точностного, так и силового характера.

Таким образом, успешная реализация броскового действия в художественной гимнастике возможна при условии плавного переноса ОЦТ тела гимнастки в подготовительных фазах, наличия возвратного движения ОЦТ в финале и сохранения устойчивого равновесия в момент выпуска предмета.

На основании полученных результатов биомеханического исследования были разработаны средства для формирования рационального движения ОЦТ тела гимнастки при выполнении бросковых действий.

Первое из предложенных нами средств – бросок, выполняемый с «пружинного» шага, способствующий формированию навыка плавного переноса ОЦТ, составленного из двух поступательных перемещений гимнастки, происходящих в пределах площади опоры в сагиттальной и вертикальной плоско-

Таблица 1 – Достоверность различий показателей движения ОЦТ при выполнении бросковых действий с различными двигательными задачами

Показатели	Броски		t	P
	точностные n=24	силовые n=24		
Амплитуда возвратного движения ОЦТ в финале, м	0,067±0,013	0,047±0,009	1,25	>0,05
Скорость возвратного движения ЦТ в финале, м/с	0,496±0,115	0,238±0,041	2,38	<0,05

стях. Введение «пружинного» шага в систему движений броскового действия позволяет имитировать технические особенности рационального перемещения ОЦТ с плавным переносом тяжести тела с одной ноги на другую одновременным подседанием и последующим выпрямлением в финале броска. При этом амплитуда движения ОЦТ, как и площадь опоры, увеличивается, что позволяет уточнять ориентиры рационального перемещения ОЦТ и повышает качество контроля за его выполнением.

Для формирования навыка возвратного движения ОЦТ в финале броска с последующим сохранением устойчивого равновесия в момент выпуска предмета целесообразно использование тренажеров, таких как «катающаяся доска» и балансировочная платформа (БОСУ). Тренирующий эффект от их применения связан с усложнением условий сохранения устойчивости тела при выполнении бросков.

Первое из приспособлений – «катающаяся доска» – представляет собой доску размером 0,4х0,35 м, поставленную на колесики высотой 0,065 м, имеющие подвижность по двум осям – сагиттальной и фронтальной. Действие данного тренажера при отсутствии в финале броскового действия возвратного движения ОЦТ при выполнении выпуска предмета в условиях неустойчивого равновесия следующее. При выполнении отталкивания вперед в условиях, когда ОЦТ выведен за пределы катающейся доски (плечо силы > 0,2 м), силе отталкивания (а именно, ее составляющей – реакции продвижения) противостоит меньшая по величине сила трения, в силу того что последняя при взаимодействии «катающейся доски» с покрытием гимнастической площадки незначительна. Поэтому в данных условиях происходит откат доски назад, который обуславливает дальнейшее увеличение опрокидывающего момента, и, следовательно, равновесие системы «гимнастка – предмет» становится более неустойчивым и затрудняет формирование траектории полета предмета.

Второй тренажер – балансировочная платформа – еще более усложняет условия равно-

весия за счет уменьшения площади опоры и наличия признаков твердых тел с ограниченно устойчивым равновесием, а именно: допустимая амплитуда перемещения ОЦТ тела гимнастки при выполнении броска на балансировочной платформе составляет 0,065 м вперед и назад от проекции ОЦТ тренажера, что согласуется с полученными ранее данными амплитуды движения ОЦТ в точностных бросках (таблица 1). Если гимнастка выводит ОЦТ тела свыше данных величин, то к опрокидывающему моменту силы тяжести тела гимнастки добавляется аналогичный момент силы тяжести тренажера. В результате угроза потери гимнасткой равновесия усугубляется и ей приходится немедленно предпринимать действия, направленные на восстановление равновесия, а не на формирование траектории полета предмета в финале броска.

Таким образом, незначительные в условиях обычной опоры отклонения от рациональной техники движения ОЦТ тела гимнастки чутко улавливаются на тренажерах. В результате двигательная программа перестраивается на тонкое регулирование системы движений «гимнастка-предмет» в направлении повышения устойчивости ее опорных звеньев, что обуславливает более высокие показатели точности броскового действия.

Средства, разработанные для формирования рационального движения ОЦТ тела гимнастки при выполнении броскового действия, можно отнести к упражнениям, повышающим осознание технических компонентов двигательного действия (бросок с «пружинного» шага), и к средствам срочной информации о наличии отклонений от рациональной техники («катающаяся доска», балансировочная платформа). Поэтому наиболее эффективным методом при использовании данных средств является повторный метод, позволяющий при многократном повторении упражнений уточнять ошибки техники и корректировать двигательную программу броскового действия.

Перспективы дальнейшего исследования обусловлены необходимостью проверки разработанных средств тренировки в ходе педагогического эксперимента.

**БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Голомазов, С. В. Кинезиология точностных действий человека / С. В. Голомазов. – М. : СпортАкадемПресс, 2003. – 228 с.
2. Гурфинкель, В. С. Регуляция позы человека / В. С. Гурфинкель, Я. М. Коц, М. Л. Шик. – М. : Изд-во «Наука», 1965. – 256 с.
3. Коновалова, Л. А. Биомеханическая структура бросковых действий в художественной гимнастике / Л. А. Коновалова, В. Б. Поканинов // Научно-теоретический журнал «Ученые записки университета имени П. Ф. Лесгафта». – № 2 (144). – 2017. – С. 101-106.
4. Правила FIG по художественной гимнастике 2017-2020 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://vfrg.ru/upload/iblock/9f4/9f4956f73031063dda905172b01a5991.pdf>
5. Спортивная стрельба : Учебник для ин-тов физ. культ. / под общ. ред. А. Я. Корха. – М. : «Физкультура и спорт», 1987. – 255 с.
6. Теория и методика легкой атлетики : учебник для высш. проф. образ. / А. И. Жилкин, В. С. Кузьмин, Е. В. Сидорчук. – М. : Академия, 2013. – 464 с.

**LIST OF REFERENCES**

1. Golomazov, S. V. Kinesiology of human precision actions / S. V. Golomazov. – M.: SportAcademPress, 2003. – 228 p.
2. Gurfinkel, V. S. Regulation of the human posture / V. S. Gurfinkel, Y. M. Kots, M. L. Chic. – M.: "Science" Publishing house, 1965. – 256 p.
3. Konovalova, L. A. Biomechanical structure of throws in rhythmic gymnastics / L. A. Konovalova, V. B. Pokaninov // Scientific notes of P. F. Lesgaft University. – № 2 (144). – 2017. – P. 101-106.
4. FIG Rules for Rhythmic Gymnastics 2017-2020 [Electronic resource]. – Access mode: <http://vfrg.ru/upload/iblock/9f4/9f4956f73031063dda905172b01a5991.pdf>
5. Sport shooting: Textbook for physical culture universities / general editor A. Y. Korh. – M.: «Physical culture and sport», 1987. – 255 p.
6. Theory and methods of athletics: textbook for higher professional educational institutions / A. I. Zhilkin, V. S. Kuzmin, E. V. Sidorchuk. – M.: Academy, 2013. – 464 p.