

# Биомеханические показатели узловых элементов спортивной техники гимнастических упражнений

Владимир Потоп<sup>1</sup>, Рафал Град<sup>2</sup>, Виктор Болобан<sup>3</sup>

*Экологический университет в Бухаресте<sup>1</sup>*

*Академия физического воспитания Юзефа Пилсудского в Варшаве,*

*Факультет физического воспитания и спорта в Белой Подляске<sup>2</sup>*

*Национальный университет физического воспитания и спорта Украины<sup>3</sup>*

## Анотации:

Целью исследования является биомеханический анализ показателей кинематической и динамической структур узловых элементов спортивной техники базовых упражнений, выполненных гимнастками в возрасте 12 – 14 лет на опорных прыжках и на брусьях разной высоты, на основе реализации метода позных ориентиров движений. В исследовании приняли участие 11 гимнасток, выполняющих упражнения на опорных прыжках и 9 гимнасток – на брусьях разной высоты. Показано, что метод видео – компьютерного анализа опорных прыжков типа Юрченко и соскоков с брусьев разной высоты, в сопряжении с методом позных ориентиров движений позволили выделить и идентифицировать узловые элементы. Показатели, характеризующие узловые элементы спортивной техники движений гимнасток в фазовой структуре опорных прыжков и соскоков с брусьев разной высоты имеют индивидуальные особенности и характерные черты. Изученные узловые элементы спортивной техники являются основанием для измерения, анализа и оценки кинематической и динамической структур и других упражнений видов гимнастического многоборья.

**Потоп В.А., Град Р., Болобан В. М. Биомеханічні показники вузлових елементів спортивної техніки гімнастичних вправ.** Метою дослідження є біомеханічний аналіз показників кінематичної і динамічної структур вузлових елементів спортивної техніки базових вправ, виконаних гімнастками у віці 12 – 14 років на опорних стрибках і на брусьях різної висоти, на основі реалізації методу позних орієнтирів рухів. У дослідженні взяли участь 11 гімнасток, які виконують вправи на опорних стрибках і 9 гімнасток – на брусьях різної висоти. Показано, що метод відео – комп'ютерного аналізу опорних стрибків типу Юрченко та зіскоків з брусьїв різної висоти, в сполученні з методом позних орієнтирів рухів дозволили виділити та ідентифікувати вузлові елементи. Показники, що характеризують вузлові елементи спортивної техніки рухів гімнасток у фазовій структурі опорних стрибків і зіскоків з брусьїв різної висоти мають індивідуальні особливості і характерні риси. Вивчені вузлові елементи спортивної техніки є підставою для вимірювання, аналізу та оцінки кінематичної і динамічної структур та інших вправ видів гімнастичного багатоборства.

**Potop V.A., Grad R., Boloban V.N. Biomechanical indicators of key elements of sport equipment gymnastic exercises.** The aim of this study is to analyze the biomechanical performance of the kinematic and dynamic structures of key elements of sports techniques of basic exercises performed gymnasts aged 12 – 14 years to the vaulting and on the bars of different heights, on the basis of the method of postural orientation movements. The study involved 11 gymnasts doing exercises on the vaulting and 9 gymnasts – on the boards of various heights. It is shown that the method of video – computer analysis of the type Yurchenko vault and dismount from the bars of varying heights, in conjunction with the method of postural orientation movements possible to isolate and identify the node elements. The indicators characterizing the node elements of sports equipment movements gymnasts in the phase structure of the vault and dismount from the bars of different heights have specific features and characteristics. Learned node elements sports equipment is the basis for the measurement, analysis and evaluation of the kinematic and dynamic structures and other types of exercises all-around gymnastics.

## Ключевые слова:

*биомеханика, поза, фаза, прыжок, гимнастический.*

*біомеханіка, поза, фаза, стрибок, гімнастичний.*

*biomechanics, posture, phase jump, gymnastics.*

## Введение.

Анализ научно – методической литературы свидетельствует о важности исследования техники гимнастических, акробатических упражнений и обучения им с учетом знаний о позе тела, положении тела спортсмена. В этой связи, для исследования техники упражнений спортивных видов гимнастики В.Н. Болобан, Е.В. Бирюк [1] предложили использовать метод позных ориентиров движений. Метод позных ориентиров движений – это способ биомеханического исследования спортивных упражнений посредством анализа предшествующих и последующих поз тела, положений тела и их мультипликаций в фазовой структуре выполняемого упражнения с целью познания узловых элементов спортивной техники. Узловой элемент спортивной техники – это сигнальная поза движения, предопределяющая эффективность решения спортсменом двигательной задачи. Метод позных ориентиров движений был разработан в конце семидесятых годов. В последующие годы совершенствовалась концепция и методология, научно – практическое применение метода в трудах В.Н. Болобана (1988 –

2013), а также трудах Е. Садовского, Т. Нижниковского, А. Масталежа, В. Вишниовского, М. Бегайло (2003 – 2013), В. Потопа (2012), Н. Андреевой ( 2013), и др. [2,3,6,13,15,17 -20,26,29].

При использовании метода кино – анализа движений, а также видеоконピューтерной программы APAS 2000 проведены биомеханические исследования узловых элементов спортивной техники таких упражнений: прыжок шагом; прыжок шагом – прыжок шагом; бросок мяча в прыжке казак – ловля в перекаат по двум рукам и спине на ритмических шагах; бросок мяча в прыжке касаясь в кольцо – ловля в перекаат по двум рукам и спине на ритмических шагах; переворот вперед – сальто вперед в группировке; рондат – сальто назад в группировке; рондат – сальто назад прогнувшись; рондат – двойное сальто назад в группировке; рондат – двойное сальто назад прогнувшись; рондат – двойное сальто назад прогнувшись в соединении с темповым сальто, и др. Далее, с помощью метода позных ориентиров движений авторам удалось идентифицировать следующие узловые элементы спортивной техники в перечисленных упражнениях: в фазе подготовительных двигательных действий – узловой элемент – пусковая поза тела – биомеханически ра-

циональная поза тела для входа в основную фазу упражнения; в фазе основных двигательных действий – узловой элемент – мультипликация позы (поз) тела; мультипликация поз (МП) тела, как узловой элемент спортивной техники, рассматривается как процесс последовательного выполнения мгновенных фиксированных поз однопрофильного (например, тройное сальто назад в группировке) или комбинированного профиля движений (например, тройное сальто назад в группировке с поворотом на 360 градусов в первом сальто) для создания целостного двигательного действия, с контролируемой сменой поз тела, положений тела; МП определяет состав и структуру упражнения; в фазе завершающих двигательных действий – итоговая поза тела – узловой элемент спортивной техники упражнения, который характеризует устойчивость тела на опоре в интересах завершения упражнения или создания условий для выполнения последующей связки упражнений.

Концептуальная сущность метода позных ориентиров движений состоит в том, что каждая предшествующая поза тела, в выполняемом спортсменом упражнении, должна положительно влиять на биомеханику последующей позы тела, что позволяет выполнять упражнение без лишних двигательных перестроек, с тем, чтобы не накапливать технические ошибки в процессе демонстрации упражнения или целой комбинации упражнений. В качестве примера представим нашу письменную оценку за выступление на брусьях чемпионки ОИ 2012 года Алии Мустафиной (Россия). Гимнастка выполнила упражнение на брусьях высокой трудности, элегантности и красоты. Все движения выверены, “подогнаны” поза к позе, т.е. технически точно выполнены предшествующие и последующие позы в упражнениях; спортсменка использует внутренний энергетический потенциал движений через эффективную передачу свойств (силовых, пространственных, временных) предшествующей позы последующей позе не накапливая технические ошибки, что позволяет гимнастке демонстрировать образцовую спортивную технику оборотов, поворотов вокруг продольной оси тела, спадов, подъёмов, подлетов, перелетов через жердь, соскока – двойное сальто с полукрутиками [www.youtube.com. Alija Mustafina].

«Вновь наступающее всегда расположено следовать за предшествующим. ... И подобно тому, как ладно расставлено все сущее, так и становящееся является не простую последовательность, а некую восхитительную расположенность» – Марк Аврелий». Размышления. Книга четвертая.

Интересно и поучительно написано в Учении Тайцзицюань – боевом искусстве и оздоровительной гимнастике. Для качественного освоения упражнений этой системы занимающемуся необходимо пройти три обязательных этапа. ... «Этап первый ... закладка фундамента: ... выработка правильного положения тела ... устойчивости шагов. Этап второй ... переход к освоению основных поз или конечных позиций и методов перехода в движении от одной позиции к

другой. Этап третий ... полная осмысленность всех движений ... » [http://dharuma.ru/?p=222. Журнал Дарума, 2008.].

В биомеханических исследованиях и педагогических экспериментах была подтверждена целесообразность использования метода позных ориентиров движений как эффективного способа анализа и оценки элементов спортивной техники и основания для разработки дидактических технологий обучения спортивных упражнениям различной координационной сложности [4,5]. В исследованиях [16] даются рекомендации использовать позный метод обучения технике легкоатлетического бега. Авторы выделяют три позы: поза бега, атаки и исхода с барьера; в прыжках в высоту – позу бега, позы выхода и позы над планкой; в прыжках в длину: поза бега (при разбеге и полете способом ножницы), позу выхода в шаг (при отталкивании) и позу приземления. Авторы также подчеркивают, что предметом обучения должна быть поза тела и воспроизведение поз. Исследуя элементы структуры технической подготовки легкоатлетов В. Гамалий, М. Островский [9, с.96] пишут о том, что процесс становления и совершенствования спортивной техники упражнений должен базироваться не на принципе повышения абсолютных значений биомеханических характеристик движений, а на изучении и формировании механизмов их достижения при выполнении соревновательных действий.

В этой связи, Н.Г. Сучилин [22,23] указывает на тот факт, что – каждая фаза движения содержит ведущий элемент координации, который может быть определен на биомеханическом, физиологическом и педагогическом уровнях. Ведущий элемент координации предопределяет развитие управляющего действия в конкретной фазе движения, придает ему специфическую форму и характер и определяет его структуру. Он играет пусковую роль в межмышечной координации, а при развитии максимальных усилий служит средством наращивания скорости мышечных сокращений. О правильной или неправильной технике выполнения ведущего элемента координации судят на основе анализа контрольного положения в середине фазы, где также определяются граничные положения и ведущие элементы, что позволяет существенно упорядочить описание спортивной техники. Фаза технических действий, – отмечает автор, – может включать в себя и более мелкие компоненты. Например, фаза основных действий полета при выполнении двойных и тройных сальто в группировке включает в себя подфазы группирования и удержания группировки.

Действия по программе позы тела есть – не что иное, как активная произвольная первооснова реализации полной программы движения, квинтэссенция техники, способ воплощения в жизнь намеченной формальной программы положения. Именно этот программный компонент действия – движения представляет собой ключевую и неформальную часть структуры движения, подлежащую освоению в процессе обучения. «Локомоторные и игровые виды физических упражнений, – пи-

шет Ю.К. Гавердовский, – в программном отношении строятся преимущественно как совокупность действий – движений по программе места и позы. Упражнения синхронного плавания, по существу, выполняются в фиксированной пространственной зоне и связаны, прежде всего, с движениями по программе позы и в меньшей степени – ориентации» [7, с.259]. Подходя к этой позиции к анализу программно – кинематического содержания упражнений каждого вида спорта, можно более точно оценить дидактическую специфику материала и научно – методически выработать подходы к его практическому освоению.

Таким образом, метод позных ориентиров движений как способ биомеханического исследования спортивных упражнений посредством анализа предшествующих и последующих поз тела, положений тела в фазовой структуре выполняемого упражнения с целью познания узловых элементов спортивной техники является эффективным и реализуется в спортивной науке. Он положен в основу биомеханического анализа и оценки узловых элементов техники упражнений спортивных видов гимнастики, разработки концепции совершенствования долговременных программ обучения в структуре макрометодики спортивной подготовки [24].

Работа выполнена в соответствии с планом НИР Экологического университета в Бухаресте.

#### **Цель, задачи работы, материал и методы.**

*Цель исследования* – биомеханический анализ показателей кинематической и динамической структур узловых элементов спортивной техники базовых упражнений, выполненных гимнастками в возрасте 12 – 14 лет на опорных прыжках и на брусьях разной высоты, на основе реализации метода позных ориентиров движений.

*Задачи исследования:*

Идентифицировать узловые элементы спортивной техники в фазовой структуре базовых гимнастических упражнений, выполненных гимнастками в возрасте 12 – 14 лет на опорных прыжках и брусьях разной высоты на основе реализации метода позных ориентиров движений.

Выполнить биомеханический анализ и оценку показателей кинематической и динамической структур узловых элементов спортивной техники базовых упражнений, выполненных гимнастками в возрасте 12 – 14 лет на опорных прыжках и брусьях разной высоты.

Оценить степень связи биомеханических показателей кинематической и динамической структур узловых элементов спортивной техники базовых упражнений, выполненных гимнастками в возрасте 12 – 14 лет на опорных прыжках и брусьях разной высоты с оценками гимнасток за выступления в индивидуальном многоборье и финале по снарядам на чемпионате Румынии 2012 года.

*Методология и методы исследования:*

1. Анализ научно-методической литературы.
2. Метод позных ориентиров движений [1] – анализ поз тела, положений тела и их мультипликаций на

опоре и в безопорном пространстве в фазовой структуре базовых упражнений на опорных прыжках и брусьях разной высоты, с целью поиска узловых элементов спортивной техники и оценка времени выполнения фаз упражнений.

3. Видео-регистрация упражнений на опорных прыжках типа Юрченко: сальто назад прогнувшись (ЮСП) и сальто назад прогнувшись с поворотом на 360 градусов (ЮСП 360); на брусьях разной высоты – соскоки: двойное сальто назад в группировке (ДСГ), двойное сальто назад в группировке с поворотом на 360 градусов в первом сальте (ДСГ 360, в первом), двойное сальто назад согнувшись (ДСС), двойное сальто назад прогнувшись (ДСП) и сальто назад прогнувшись с поворотом на 720 градусов (СП720), – осуществлялась видеокamerой Panasonic Full HD 3D Camcorder, расположенной перпендикулярно плану движения (сагиттальная плоскость). Использовали программу Pinnacle Studio для конвертирования видео-регистрации в формате AVI, скорость видео съемки 30 к/с; подготовка индивидуальных видео кадров движений для биомеханического компьютерного анализа.

4. Использование компьютерной программы «Kinovea» для измерения суставных углов звеньев тела узловых элементов на опорных прыжках типа Юрченко и сосков с брусьев разной высоты.

5. Биомеханический анализ с помощью программы «Physical ToolKit» для получения кинематических и динамических характеристик траекторий движений звеньев тела спортсменов, результирующей скорости голеностопного, коленного, плечевого, лучезапястного суставов и ОЦМ в опорных прыжках; результирующей силы ОЦМ, а также кинематических и динамических характеристик вращательных движений вокруг оси снаряда (жерди) для подготовительных двигательных действий полета тела в соскоках с брусьев разной высоты.

6. Математическая статистика, с помощью компьютерной программы «KyPlot».

*Организация исследования.*

В исследовании приняли участие 11 гимнасток, выполняющих упражнения на опорных прыжках и 9 гимнасток – на брусьях разной высоты, из них 6 гимнасток являются резервом сборной команды Румынии по спортивной гимнастике. Исследование проводилось в периоде 25 – 27. 10. 2012 года, в г. Дева, на чемпионате Румынии в индивидуальном многоборье и финалах по снарядам. В статье представлены результаты исследований узловых элементов спортивной техники упражнений на опорных прыжках типа Юрченко: ЮСП, ЮСП 360 и сосков с брусьев разной высоты: ДСГ, ДСГ 360, ДСС, ДСП, ДСП 720.

В таблицах 1 и 2 представлены антропометрические и биомеханические показатели гимнасток для анализа упражнений на опорных прыжках и брусьях разной высоты с помощью программы Physical ToolKit.

**Результаты исследований.**

На основе биомеханического анализа гимнастических упражнений на опорном прыжке – типа Юрченко – идентифицированы следующие узловые элементы спортивной техники: пусковая поза тела (ПП1) – положение тела гимнастки в стойке ногами на гимнастическом мостике перед подлетом на полпереворота назад; ПП2 – положение тела гимнастки в стойке на руках на опоре о гимнастический стол перед подлетом на полтора сальто назад прогнувшись и полтора сальто назад прогнувшись с поворотом на 360 градусов; мультипликация (МП1) упруго -жесткой позы тела выпрямившись в первом полете, с руками поднятыми вверх и слегка отведенными назад в полперевороте

назад, после отталкивания от мостика; мультипликация (МП2) позы тела спортсменки в основной фазе упражнения второго полета, после отталкивания от гимнастического стола (сальто прогнувшись и сальто прогнувшись с поворотом на 360 градусов); итоговая поза тела (ИП) в фазе завершающих двигательных действий – приземление (ключевым элементом, характеризующим устойчивые приземления при выполнении опорных прыжков является полуприсед с полунаклоном туловища вперед, в узкой стойке ноги врозь, руки вперед в сторону).

Идентифицированы узловые элементы спортивной техники упражнений на брусьях разной высоты в со-

Таблица 1

*Антропометрические и биомеханические показатели испытуемых юных гимнасток возрасте 12- 14 лет, предназначенные для анализа спортивной техники опорных прыжков типа Юрченко (n = 11)*

	Ф.И.	ОП	Рост, (м)	Рост, рук, вверх, (м)	Масса, (kg)	ИВ (kgm <sup>2</sup> )	РД / ОЦМ, (м)		
							Гол.	Плеч.	Лучзап.
1	В.К.	ЮСП	1.49	1.90	36.6	81.25	0.75	0.437	0.611
2	Ч.А.	ЮСС	1.44	1.80	36.6	75.89	0.708	0.407	0.592
3	О.А.	ЮСП	1.54	1.92	40.4	95.81	0.757	0.454	0.658
4	О.А.	ЮСП 360°	1.54	1.92	40.4	95.81	0.735	0.421	0.528
5	С.Ш.	ЮСП	1.52	1.90	40.4	93.34	0.841	0.441	0.647
6	С.Ш.	ЮСП 360	1.52	1.90	40.4	93.34	0.748	0.448	0.587
7	И.А.	ЮСП	1.38	1.77	32.1	61.13	0.696	0.423	0.535
8	ЖЛ	ЮСП	1.32	1.74	30.1	52.45	0.716	0.40	0.542
9	ЖЛ	ЮСП 360°	1.32	1.74	30.1	52.45	0.677	0.349	0.487
10	ЗС	ЮСП	1.45	1.86	31.5	66.22	0.661	0.394	0.556
11	ЗС	ЮСП 360°	1.45	1.86	31.5	66.22	0.695	0.367	0.518
Mean			1.45	1.85	35.46	75.81	0.73	0.41	0.57
SEM			0.02	0.02	1.35	5.17	0.01	0.01	0.02
SD			0.08	0.07	4.48	17.13	0.05	0.03	0.05

Условные обозначения – ОП – опорные прыжки, ЮСП – Юрченко сальто прогнувшись, ЮСП 360° – Юрченко сальто прогнувшись с поворотом на 360 градусов, Гол. – голеностопного сустава, Плеч. – плечевого сустава, Лучзап. – лучезапястного сустава, ИВ – инерционная вращения, РД – радиус движения, ОЦМ – общий центр массы, Mean – средняя оценка, SEM – ошибка средней арифметической величины, SD – среднее квадратическое отклонение

Таблица 2

*Антропометрические и биомеханические показатели испытуемых юных гимнасток возрасте 12- 14 лет, предназначенные для анализа спортивной техники соскоков с брусьев разной высоты (n = 9)*

Имя гимн.	Соскоки	Масса, kg	Рост, рук, вверх, (м)	ИВ kgm <sup>2</sup>	РД, (м)			
					ОЦМ	Гол.	Колен.	Плеч.
ВА	ДСГ	34.1	1.88	120.52	1.559	2.089	1.835	1.333
Ч.А.	ДСГ 360°	33.1	1.80	107.24	1.359	1.716	1.564	1.238
ПА	ДСС	31.4	1.80	101.74	1.363	1.837	-	1.094
ИА	ДСС	32.1	1.77	100.57	1.42	1.892	-	1.151
ОА	ДСС	40.4	1.92	148.93	1.345	1.803	-	1.021
МИ	ДСП	41.5	1.91	151.39	1.805	2.219	-	1.584
ТД	ДСС	31.2	1.78	101.71	1.389	1.806	-	1.155
ТП	ДСС	38.5	1.95	146.39	1.314	1.81	-	0.972
СШ	СП 720°	40.4	1.90	145.84	1.48	2.028	-	1.194
Mean		35.86	1.86	124.93	1.45	1.91	1.69	1.19
SED		1.43	0.03	7.62	0.05	0.05	0.14	0.06
SD		4.28	0.07	22.85	0.15	0.16	0.19	0.18

Условные обозначения – в таблице 1; ДСГ – двойной сальто назад в группировке, ДСГ360 – двойной сальто назад в группировке с поворотом на 360 градусов с в первом сальте, ДСС – двойное сальто назад согнувшись, ДСП – двойное сальто назад прогнувшись, СП720 – сальто назад прогнувшись с поворотом на 720 градусов.

скоках: двойное сальто назад в группировке, двойное сальто назад в группировке с поворотом на 360 градусов в первом сальто, двойное сальто назад согнувшись, двойное сальто назад прогнувшись, сальто назад прогнувшись с поворотом на 720 градусов. Установлено, что фаза подготовительных двигательных действий состоит из двух подфаз: первая – проход над нижней жердью (ПФ1) и завершение большого оборота назад с незначительным торможением скорости бедер (вторая подфаза – ПФ2) – это положение тела определяем как ПП – т.е. наиболее рациональное положение тела гимнастки для входа в основную фазу соскока (при соскоке сальто назад прогнувшись с поворотом на 720 градусов во второй подфазе – ПФ2 – регистрируется более длительное время, при этом скорость движения ног меньше); МП – мультипликация позы тела, при выполнении которой выделяется максимальная высота полета ОЦМ в соскоках и выполнение упражнений с некоторыми техническими погрешностями регуляции позы тела; ИП – итоговая поза – приземление (ключевым элементом, характеризующим устойчивые приземления при выполнении указанных соскоков с брусьев разной высоты является полуприсед с полунаклоном туловища вперед в узкой стойке ноги врозь, руки вперед в сторону).

Биомеханический анализ узловых элементов спортивной техники опорных прыжков типа Юрченко, которые характеризуются показателями суставных углов в ПП1, ПП2, МП1, МП2 и ИП, представлены в таблице 3 и на рис. 1.

Анализ индивидуальных показателей кинематической структуры узловых элементов спортивной техники в опорных прыжках типа Юрченко по данным суставных углов (с помощью программы «Kinovea») юных гимнасток в возрасте 12 – 14 лет, выполнен-

ных в условиях чемпионата Румынии по спортивной гимнастике 2012 г., свидетельствует о том, что каждая гимнастка имеет свои характеристики суставных углов узловых элементов, а также каждый узловой элемент имеет близкий к оптимальному суставной угол и даже удобный сектор пространства (таблица 3 и рис.2): ПП1 [92°-105°]; МП1 [86° – 103°]; ПП2 [68°-92°]; МП2 [121°- 165°]; ИП [83° – 152°].

В таблице 4 и рис. 2 представлены показатели пространственно – временных характеристик узловых элементов спортивной техники в опорных прыжках типа Юрченко по данным траектории движений суставов юной гимнастки С.Ш. в возрасте 14 лет, выполненных в условиях проведения чемпионата Румынии по спортивной гимнастике 2012 г.

Результаты сравнительного анализа показателей пространственно-временных характеристик узловых элементов спортивной техники в опорных прыжках типа Юрченко по данным траектории движения суставов испытуемой С.Ш. показывают, что время анализа опорного прыжка – ЮСП 360 градусов – больше на один видео кадр. В прыжке ЮСП 360 при выполнении пусковой позы (ПП1) положение тела перед отскоком от гимнастического мостика имеет больший наклон, чем в ЮСП (угол плечо – голень – 98°); мультипликация позы (МП1) выше и длиннее в полперевороте назад – ОЦМ -1.747м; пусковая поза (ПП2) – отсутствует торможение ног в опорном курбете (из стойки на руках) – угол -83°; мультипликация позы (МП2) – подлет во второй фазе прыжка выполнен более наклонно назад и ниже (ОЦМ = 2.347м), зарегистрировано сгибание в тазобедренных суставах в МП2, что является технической ошибкой; итоговая поза (ИП) – далекое приземление -2.565м, с большим наклоном туловища вперед.

Таблица 3

*Показатели, характеризующие кинематическую структуру узловых элементов спортивной техники упражнений в опорных прыжках типа Юрченко по данным суставных углов юных гимнасток в возрасте 12 – 14 лет, выполненных в условиях чемпионата Румынии по спортивной гимнастике 2012 г. (n = 11)*

	Ф.И.	ОП	ПП1(град.)	МП1 (град.)	ПП2 (град.)	МП2 (град.)	ИП (град.)
1	В.К.	ЮСП	93	98	92	135	152
2	Ч.А.	ЮСП	100	87	84	130	129
3	О.А.	ЮСП	101	90	82	135	136
4	О.А.	ЮСП 360°	96	87	68	159	84
5	С.Ш.	ЮСП	94	87	81	143	117
6	С.Ш.	ЮСП 360°	98	86	83	165	83
7	И.А.	ЮСП	105	103	80	121	96
8	ЖЛ	ЮСП	98	93	83	142	142
9	ЖЛ	ЮСП 360°	95	98	82	160	95
10	ЗС	ЮСП	92	92	82	130	138
11	ЗС	ЮСП 360°	98	91	84	142	129
Mean			97.27	92.00	81.91	142.00	118.27
SED			1.15	1.17	1.68	4.23	7.44
SD			3.82	5.57	5.57	14.04	24.68

Условные обозначения: таблица 1, ПП1- пусковая поза 1 – положение тела в стойке ногами на гимнастическом мостике перед отталкиванием – угол голеностопного – плечевого суставов; МП1 – упруго жесткая поза тела с незначительным прогибанием, с руками поднятыми вверх и слегка отведенными назад в полу перевороте назад, после отталкивания от мостика – угол голеностопного – плечевого суставов; ПП2 – положение тела гимнастки для подлета после опоры о снаряд – угол лезвезапястного – голеностопного суставов; МП2 – мультипликация поз – максимальная высота ОЦМ – угол бедро – туловище; ИП – итоговая поза – угол бедро-туловище – приземление; Mean – средняя оценка; SEM – ошибка средней арифметической величины; SD – квадратическое отклонение.

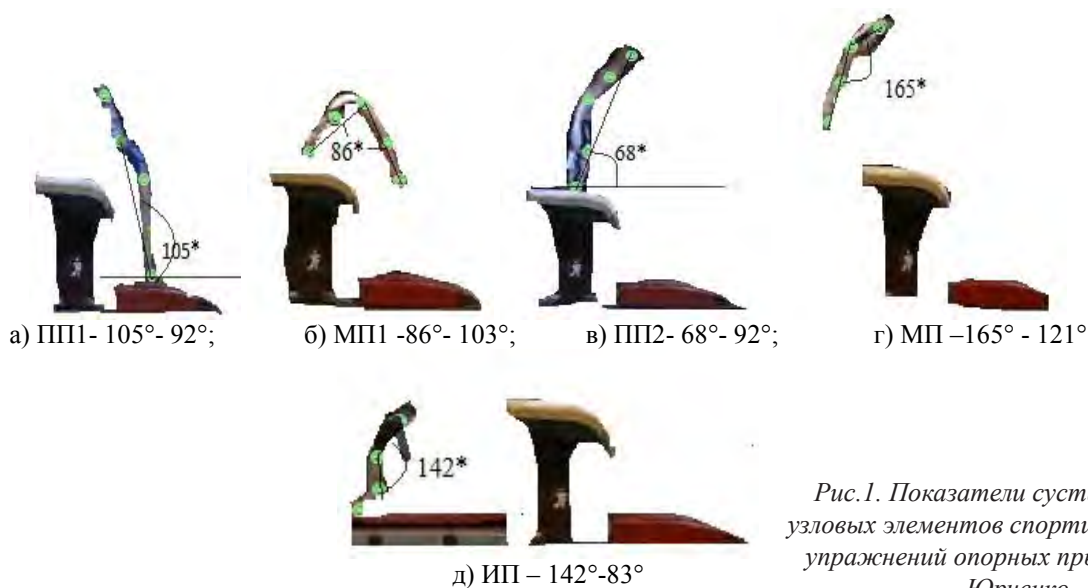


Рис. 1. Показатели суставных углов узловых элементов спортивной техники упражнений опорных прыжков типа Юрченко

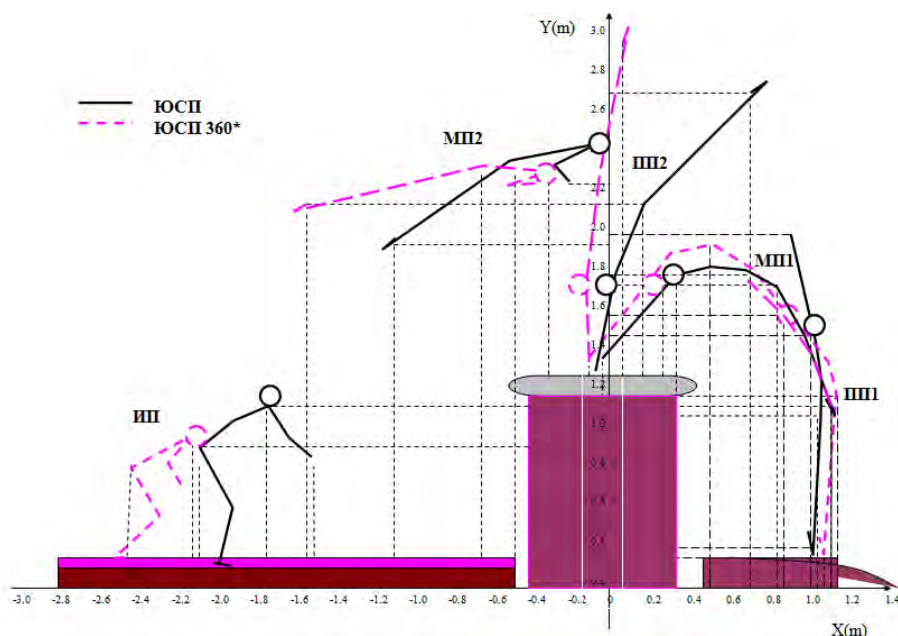


Рис. 2. Узловые элементы спортивной техники опорных прыжков типа Юрченко: ЮСП, ЮСП 360. Испытуемая, юная гимнастка в возрасте 14 лет С.Ш., чемпионка Румынии в опорном прыжке

Таблица 4

Показатели пространственно- временных характеристик узловых элементов спортивной техники в опорных прыжках типа Юрченко по данным траектории движений суставов, испытуемой юной гимнастки С.Ш. в возрасте 14 лет, выполненных в условиях чемпионата Румынии по спортивной гимнастике 2012 г.

Узловые элементы	ОП	ВУЭ (сек)	ОЦМ (м)		Гол. (м)		Плеч. (м)		Лучзап. (м)	
			X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
ПП1	ЮСП	0.1	1.15	1.085	1.018	0.317	0.952	1.468	0.846	1.97
	ЮСП 360°	0.133	1.004	1.121	1.043	0.313	0.834	1.551	0.548	1.903
МП2	ЮСП	0.167	0.82	1.653	1.058	1.031	0.331	1.626	-0.013	1.362
	ЮСП 360°	0.2	0.639	1.747	1.095	1.082	0.222	1.656	-0.081	1.291
ПП2	ЮСП	0.233	0.172	2.142	0.648	2.631	0.013	1.732	-0.053	1.283
	ЮСП 360°	0.3	-0.13	2.255	0.091	2.985	-0.104	1.799	-0.156	1.395
МП2-МВП	ЮСП	0.367	-0.595	2.38	-1.124	1.957	-0.119	2.446	-0.37	2.208
	ЮСП 360°	0.4	-0.73	2.347	-1.577	2.112	-0.326	2.399	-0.365	2.438
ИП	ЮСП	0.667	-2.089	0.808	-2.063	0.304	-1.798	1.111	-1.547	0.833
	ЮСП 360°	0.7	-2.539	0.837	-2.565	0.332	-2.113	0.997	-2.242	0.713

Условные обозначения: х – движение горизонтальное, у – движение вертикальное, МВП – максимальная высота второго полета опорного прыжка, ВУЭ – время выполнения узловых элементов, Гол. – голеностопный сустав, Плеч.- плечевой сустав, Лучзап. – лучезапястный сустав; финалистка и чемпионка Румынии на опорном прыжке С.Ш. ОП – опорный прыжок: ЮСП и ЮСП 360°.

В таблице 5 и на рис.3 представлены показатели результирующей силы ОЦМ, угловой скорости звеньев тела гимнастки С.Ш. в опорных прыжках типа Юрченко.

При выполнении ПП1 зарегистрирована большая результирующая сила ОЦМ в опорном прыжке ЮСП360 – 5930N и меньшая угловая скорость в голеностопных, плечевых и лучезапястных суставах (7.89 м/с – 26.6 м/с); выполнен более медленный наскок на мостик; в МП1 – полперевороте назад – результирующая сила ОЦМ равна 2480N, угловая скорость в голеностопных суставах равна 18.82 м/с, которая не позволила гимнастке эффективно управлять курбетной частью ПП2; узловой элемент МП2 – максимальная высота полета ОЦМ имеет меньшую результирующую силу – 3160N и угловую скорость в суставах (16.9 – 25.2 м/с), что не способствует эффективному завершению вращения по сальто с принятием удобной итоговой позы тела (ИП) для приземления (результат – наклон туловища и плеч вперед, ниже технической нормы, определенной ФИЖ).

Результаты выступления на опорных прыжках юных гимнасток в возрасте 12 – 14 лет в условиях

чемпионата Румынии по спортивной гимнастике 2012 г., в индивидуальном многоборье и финалах по снарядам, представлены в таблице 6.

Выполнены два типа прыжков Юрченко: ЮСП и ЮСП 360, трудность прыжков 4.400 балла и 5.000 балла соответственно; средняя оценка за исполнение – 8.91 балла; финальная оценка в индивидуальном многоборье – 13.64 балла; финалы по снарядам, – средняя оценка двух прыжков – 13.36 балла. Анализ показал, что юные гимнастки не достаточно упруго жестко приземляются на мостик после рондата и от этого ПП1 для отхода на полпереворота назад выполняется замедленно, с некоторыми техническими ошибками, такими как отталкивание с полусогнутых ног, неточно подняты руки вверх. Это создает трудности выполнения последующих узловых элементов в фазовой структуре прыжка. В частности, ухудшает возможности выполнения ПП2, МП2, ИП, т.е. снижается скорость вращения по сальто, что влечет за собой не высокий подлет после отталкивания руками от стола и неактивное поднимание туловища в начале МП2, т.е. более высокого входа в сальто; как результат – далекий полет гимнастки в завершающей фазе прыжка,

Таблица 5

*Показатели результирующей силы ОЦМ, угловой скорости звеньев тела гимнастки С.Ш., в возрасте 14 лет в опорных прыжках типа Юрченко*

Узловые элементы	ОП	ВУЭ (сек)	ОЦМ	Гол.	Плеч.	Лучзап.
			F, N	Omega, rad/s	Omega, rad/s	Omega, rad/s
ПП1	ЮСП	0.1	5010	10.548	33.926	35.384
	ЮСП360°	0.133	5930	7.892	17.843	26.621
МП1	ЮСП	0.167	3620	6.578	28.097	33.1
	ЮСП360°	0.2	2480	18.817	15.243	12.206
ПП2	ЮСП	0.233	4810	42.374	21.018	13.722
	ЮСП360°	0.3	1570	19.887	13.761	6.309
МП2- МВП	ЮСП	0.367	5770	35.52	31.622	29.865
	ЮСП360°	0.4	3160	18.143	16.988	25.218
ИП	ЮСП	0.6	650	10.915	18.874	22.051
	ЮСП360°	0.633	476	23.607	28.229	27.947

Условные обозначения: таблица 1 и 3, F – сила, Omega – угловая скорость.

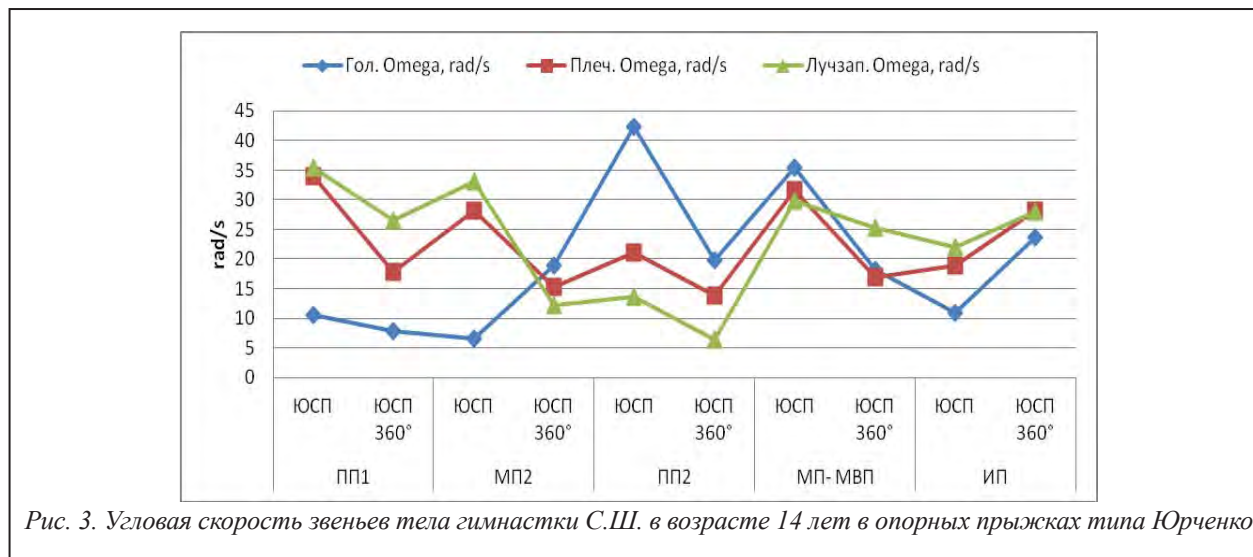


Рис. 3. Угловая скорость звеньев тела гимнастки С.Ш. в возрасте 14 лет в опорных прыжках типа Юрченко

итоговая поза тела – приземление – выполняется с ошибками.

Результаты биомеханического анализа траекторий звеньев тела, а также показатели результирующей силы ОЦМ тела и угловые скорости звеньев тела гимнасток в возрасте 12-14 лет при выполнении соскоков с брусьев разной высоты представлены в таблицах 7 и 8 и на рисунке 4.

Анализ показателей кинематической структуры узловых элементов спортивной техники в соскоках на брусьях разной высоты по данным суставных углов, испытуемых юных гимнасток в возрасте 12 – 14 лет, выполненных в условиях чемпионата Румынии по спортивной гимнастике 2012 г., зарегистрированных

с помощью программы «Kinovea», свидетельствует о том, что каждая гимнастка имеет индивидуальные характеристики суставных углов узловых элементов спортивной техники, а также все узловые элементы имеют средний показатель суставного угла, свой сектор пространства, в котором находится оптимальный суставной угол и интервал показателей углов (таблица 7): ПФ1 [132°-160°], ПФ2-ПП туловище-бедро [112° – 210°], туловище – руки [117°-173°], МП – МВП [75°-100°], ИП [70°–127°]. Характеристики суставных углов узлового элемента и допускаемые технические ошибки (например, в соскоке СП 720 угол бедро – туловище в момент отрыва от жерди – ПП – равен 210°) определяют кинематическую структуру соскока

Таблица 6

*Результаты выступления юных гимнасток в возрасте 12 – 14 лет в чемпионате Румынии 2012 г. по спортивной гимнастике, в опорных прыжках (n = 7)*

№	Ф.И.	Индивид. многоборье			Финалы, снаряды	
		Труд.	Исп.	ФО	Результат	Место
1	В.К.	4.400	9.100	13.500	13.088	5
2	Ч.А.	4.400	8.775	13.175	13.075	6
3	О.А.	5.000	9.100	14.100	13.500	3
4	С.Ш.	5.000	8.800	13.800	13.562	1
5	И.А.	4.400	8.800	13.200	-	-
6	Ж.Л.	5.000	9.000	13.900	13.387	4
7	З.С.	5.000	8.800	13.800	13.537	2
Mean		4.74	8.91	13.64	13.36	
SEM		0.12	0.06	0.13	0.09	
SD		0.32	0.14	0.35	0.22	

Условные обозначения: таблица 1, труд. – трудность прыжка, Исп. – оценка за исполнение, ФО – финальная оценка.

Таблица 7

*Показатели, характеризующие кинематическую структуру узловых элементов спортивной техники соскоков с брусьев разной высоты по данным суставных углов, испытуемых юных гимнасток в возрасте 12 – 14 лет, выполненных в условиях чемпионата Румынии по спортивной гимнастике 2012 г. (n = 5)*

Узловые элементы		Соскок	Ф.И.	Туловище – бедро (град.)	Руки – туловище (град.)
ДД	ПФ1	ДСГ	Б.А.	147	
		ДСГ 360°	Ч.А.	160	
		ДСС	И.А.	158	
		ДСП	М.И.	153	
		СП 720°	С.Ш.	132	
	ПФ2-ПП	ДСГ	Б.А.	129	143
		ДСГ 360°	Ч.А.	124	144
		ДСС	И.А.	112	143
		ДСП	М.И.	143	117
		СП 720°	С.Ш.	210	173
МП – МВП	ДСГ	Б.А.	87		
	ДСГ 360°	Ч.А.	100; 93		
	ДСС	И.А.	75		
	ДСП	М.И.	141		
	СП 720°	С.Ш.	151		
ИП	ДСГ	Б.А.	94		
	ДСГ 360°	Ч.А.	70		
	ДСС	И.А.	111		
	ДСП	М.И.	117		
	СП 720°	С.Ш.	127		

Условные обозначения: ПДД – подготовительное двигательное действие; ПФ1 – первая под фаза в подготовительном двигательном действии выполнении соскоков, ПФ2 – вторая под фаза, переход в ПП выполнения соскоков, МП – МВП – мультипликация поз – максимальная высота полета ОЦМ, ИП – итоговая поза тела при приземлении.



(рис.4). Так, большое прогибание в поясничном отделе позвоночника у испытуемой С.Ш., в соскоке СП 720, дискоординирует систему движений для входа гимнастки в пируэтное вращение. Еще одна ошибка. Теперь у другой гимнастки – Ч.А. Зарегистрировано незаконченное вращение на 360 градусов в первом сальто в соскоке ДСГ360, однако достигнута в МП – максимальная высота подъема ОЦМ; комбинированное вращение вокруг продольной и фронтальной (поперечной) осей в позе группировка выполнено также с техническими ошибками («разорванная» группировка); ИП – приземление в соскоке ДСГ360 – с наклоном туловища вперед, неустойчивое.

Рассмотрим показатели пространственно-временных характеристик узловых элементов спортивной техники в соскоках с брусьев разной высоты по данным траектории движений суставов, испытуемых юных гимнасток в возрасте 12- 14 лет, выполненных в условиях чемпионата Румынии по спортивной гимнастике 2012 г., которые приблизят нас к пониманию важности анализа, оценки и учета показателей узловых элементов спортивной техники в фазовой структуре движений юных гимнасток. Для углубленного изучения поз тела, положений тела и их мультипликаций в структуре узловых элементов спортивной техники соскоков с брусьев разной высоты, анализ видео материалов был разделен на две части: первая часть – первая подфаза ПДД (ПП) калибровалась через 5 видео кадров, вторая часть – остальные двигательные действия гимнасток калибровались через 3 видео кадра (таблица 8).

В таблице 8 представлены индивидуальные показатели кинематической структуры узловых элементов

спортивной техники соскоков с брусьев разной высоты. Узловой элемент – ПП, реализуется в фазе ПДД и содержит две под фазы движений ПФ1 и ПФ2 – момент прохода над нижней жердью и момент перед отрывом от верхней жерди. Положения тела и движения в плечевых и тазобедренных суставах в момент прохода над нижней жердью и перед отрывом от верхней жерди имеют индивидуальный стиль исполнения, различную темпо – ритмичную структуру и пространственно – временные показатели. Однако время выполнения узлового элемента – ПП – в ПФ2, во всех анализируемых нами прыжках равно 0, 033с. Момент отрыва от верхней жерди быстрый и одинаковый по времени, а длина и высота полета ОЦМ и звеньев тела (движения по вертикали (X) и по горизонтали (Y) при выполнении МП и ИП имеют различия, которые свидетельствуют о том, что биомеханика соскоков сложна и структурно различна, а также соскоки выполнялись с техническими ошибками регуляции поз тела и положений тела в узловых элементах фазовой структуры упражнений.

На рис. 5 представлены показатели угловых скоростей звеньев тела (фаза подготовительных двигательных действий) гимнасток в возрасте 12 -14 лет, в соскоках с брусьев разной высоты.

Анализ индивидуальных показателей кинематической структуры узловых элементов спортивной техники в соскоках с брусьев разной высоты (в групповой динамике –  $n = 5$ ) свидетельствует о их вариативности. Так, в фазе ПДД (ПП), в ПФ1 угловая скорость звеньев тела в соскоке ДСП имеет следующие показатели: ОЦМ -26.849 м/с, гол.- 22.44м/с, плеч.- 24.338м/с. В соскоке СП720 – ПФ2 – момент

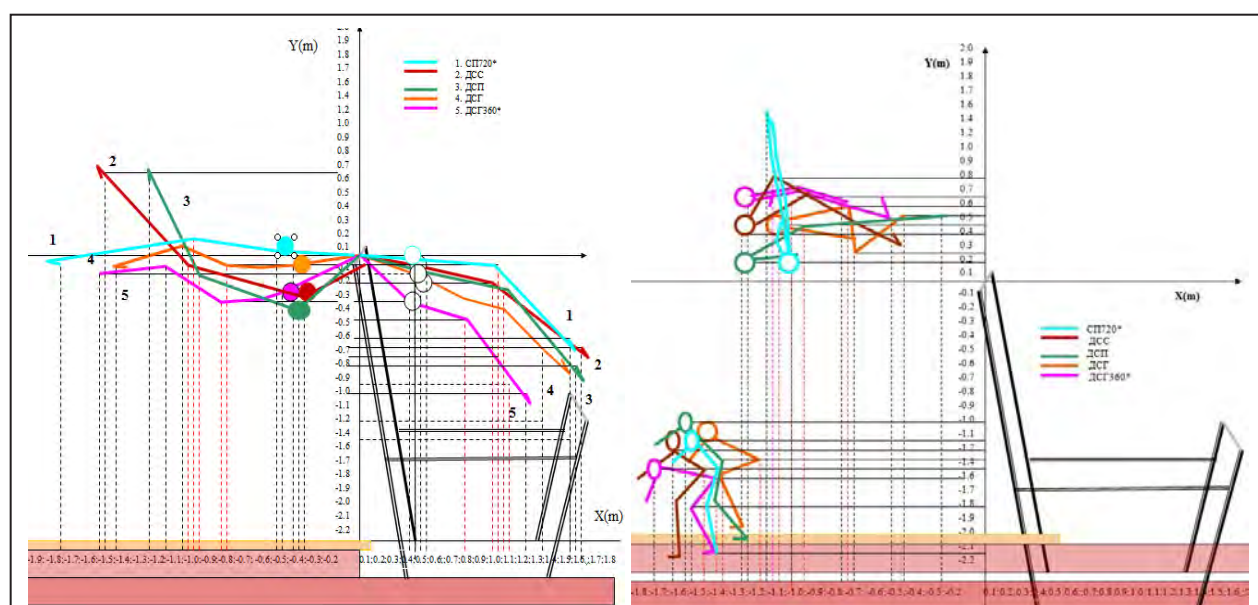


Рис. 4. Узловые элементы спортивной техники соскоков с брусьев разной высоты. Сокращенное название соскока и имя гимнастки:

ДСГ – Б.А.; ДСГ 360° – Ч.А.; ДСГ – И.А.; ДСП – М.И.; СП 720- С.Ш.

Таблица 8

Показатели пространственно- временных характеристик узловых элементов спортивной техники соскоков с брусьев разной высоты по данным траекторий движений суставов, испытуемых юных гимнасток в возрасте 12- 14 лет, выполненных в условиях чемпионата Румынии по спортивной гимнастике 2012 г. (n = 5)

Узловые элементы	Соскок	МВУЭ (сек)	ОЦМ (м)		Гол. (м)		Колен. (м)		Плеч. (м)		
			X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	
Д	ПФ1	ДСГ	0.133	1.117	-0.393	1.525	-0.798	1.387	-0.62	0.514	-0.16
		ДСГ 360°	0.133	0.812	-0.537	1.212	-1.012	1.025	-0.775	0.487	-0.325
		ДСС	0.167	1.05	-0.231	1.637	-0.694	-	-	0.498	-0.142
		ДСП	0.1	1.125	-0.313	1.623	-0.867	-	-	0.535	-0.111
		СП 720°	0.133	1.084	-0.052	1.573	-0.612	-	-	0.507	-0.052
	ПФ2- ПП	ДСГ	0.033	-0.829	-0.125	-1.439	-0.078	-1.095	0.109	-0.453	-0.125
		ДСГ 360°	0.033	-0.899	-0.362	-1.551	-0.174	-1.145	-0.159	-0.536	-0.29
		ДСС	0.033	-1.07	-0.054	-1.534	0.624	-	-	-0.392	-0.357
		ДСП	0.033	-0.978	-0.078	-1.226	0.574	-	-	-0.466	-0.404
		СП 720°	0.033	-1.029	0.158	-1.773	-0.032	-	-	-0.586	0.032
МП- МВП	ДСГ	0.133	-0.782	0.532	-0.438	0.5	-0.735	0.266	-1.188	0.469	
	ДСГ 360°	0.167	-1.044	0.652	-0.522	0.478	-0.739	0.681	-1.218	0.638	
	ДСС	0.133	-1.124	0.767	-0.475	0.232	-	-	-1.32	0.392	
	ДСП	0.1	-0.947	0.404	-0.248	0.497	-	-	-1.273	0.186	
	СП 720°	0.133	-1.108	0.475	-1.224	1.44	-	-	-1.029	0.063	
ИП	ДСГ	0.4	-1.204	-1.392	-1.251	-1.845	-1.423	-1.595	-1.486	-1.126	
	ДСГ 360°	0.4	-1.406	-1.609	-1.406	-2.131	-1.508	-1.812	-1.711	-1.421	
	ДСС	0.4	-1.445	-1.623	-1.605	-2.248	-	-	-1.641	-1.302	
	ДСП	0.4	-1.397	-1.381	-1.257	-1.956	-	-	-1.599	-1.04	
	СП 720°	0.367	-1.425	-1.488	-1.472	-1.963	-	-	-1.636	-1.172	

Условные обозначения: таблицы 2 и 7. Сокращенное название соскока и имя гимнастки:  
ДСГ – Б.А.; ДСГ 360° – Ч.А.; ДСС – И.А.; ДСП – М.И.; СП 720- С.Ш.

Таблица 9

Результаты выступления юных гимнасток в возрасте 12 -14 лет на брусьях разной высоты в чемпионате Румынии 2012 г. по спортивной гимнастике (n = 9)

Ф.И.	Индивидуальное многоборье			Финалы, снаряды	
	Труд.	Исп.	ФО	Резул.	Место
В.А.	4.500	8.500	13.000	12.725	4
Ч.А.	4.800	6.775	11.575	-	-
П.А.	3.600	8.575	12.175	11.075	8
И.А.	5.300	8.900	14.200	13.125	2
О.А.	5.100	8.550	13.650	12.600	5
М.И.	4.400	8.275	12.675	11.125	7
Т.Д.	4.800	7.425	12.225	12.125	6
Т.П.	5.100	8.525	13.625	13.100	3
С.Ш.	5.000	8.450	13.450	13.500	1
Mean	4.73	8.22	12.95	12.42	
SEM	0.17	0.22	0.28	0.32	
SD	0.51	0.67	0.86	0.91	

Таблица 10

Степень связи показателей кинематической и динамической структур узловых элементов спортивной техники упражнений, выполненных гимнастками в возрасте 12 – 14 лет на опорных прыжках и брусьях разной высоты с оценками гимнасток за выступления в индивидуальном многоборье и финале по снарядам на чемпионате Румынии 2012 года (n= 16)

Статистические показатели*	Опорные прыжки		Брусья разной высоты	
	РС ОЦМ (N) – УС Гол. (rad/s) – РИМ (бала)	РС ОЦМ (N) – УС Гол. (rad/s) – РФА (бала)	РС Гол. (N) – УС Гол. (rad/s) – РИМ (бала)	РС Гол. (N) – УС Гол. (rad/s) – РФА (бала)
t(0) – Cont. correct. t0 <=2	3.37; P <0.001	3.19; P <0.01	4.21; P <0.001	4.04; P <0.001
t – Cont. correct. t0 >2	3.42; P <0.001	3.25; P <0.01	4.24; P <0.001	4.06; P <0.001

Условные обозначения: \*Wilcoxon Rank Sum Test (Mann-Whitney U Test) for Unpaired Data; РС ОЦМ – результирующая сила ОЦМ; УС Гол. – угловая скорость голеностопного сустава, РИМ – результаты индивидуальной многоборье; РФА – результаты финала по снарядам.

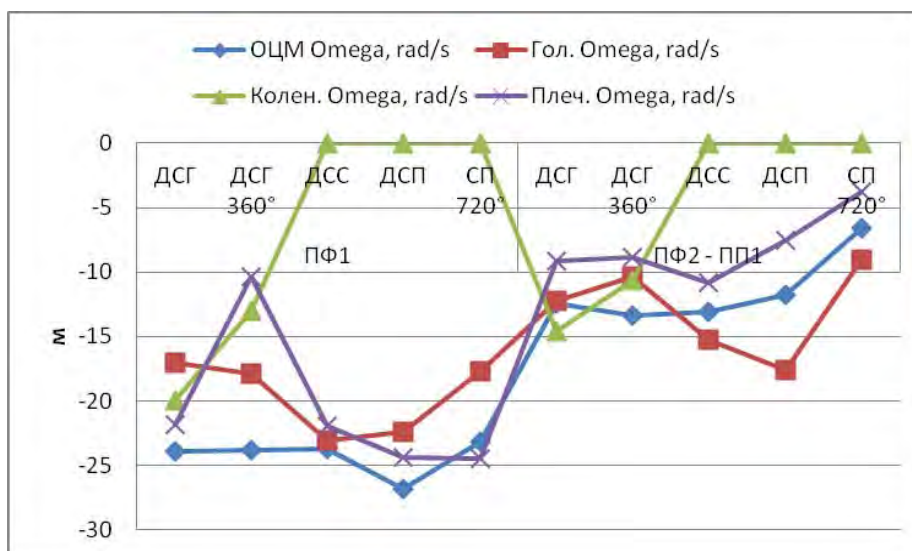


Рис. 5. Угловая скорость звеньев тела в фазе подготовительных двигательных действий (ПДД) гимнасток в возрасте 12-14 лет, в соскоках с бруса разной высоты (n = 5)

перед отрывом от верхней жерди, зарегистрировано снижение угловой скорости для того, чтобы было выполнено ускоренное вращение тела вокруг продольной оси. Снижена угловая скорость вращения вокруг фронтальной (поперечной) оси: ОЦМ – 6.643м/с, гол, – 9.041м/с, плеч.- 3.749м/с) В узловом элементе – МП – максимальная высота полета, в каждом соскоке, имеет свои кинематические характеристики, в том числе разную угловую скорость в суставах: ОЦМ в соскоках ДСГ, ДСГ360 и СП720 имеет положительную низкую скорость, а в соскоках ДСС и ДСП – отрицательную высокую скорость. В узловом элементе – ИП – в соскоке ДСП – для фиксации устойчивого приземления гимнасткам понадобилась высокая угловая скорость ОЦМ – 7.814 рад/с. Исследованы также динамические показатели ОЦМ и звеньев тела. Очевидно, что система движений юных гимнасток нуждается в физическом потенциале, который обеспечил бы решение двигательной задачи выполнения соскоков в соответствии с кононами спортивной техники. Очевидным становится еще один научный факт – необходима активная дидактическая работа тренеров по обучению гимнасток выполнению технически правильных поз тела, положений тела в фазовой структуре упражнений спортивной гимнастики (табл.9).

В табл. 9 представлены результаты выступления юных гимнасток в чемпионате Румынии в индивидуальном многоборье и финале на брусьях разной высоты, а в табл.10 математические зависимости биомеханических показателей кинематической и динамической структур узловых элементов спортивной техники упражнений, выполненных гимнастками в возрасте 12 – 14 лет на опорных прыжках и брусьях разной высоты с оценками гимнасток за выступления в индивидуальном многоборье и финале по снарядам на чемпионате Румынии 2012 года (трудность упражнения – 4.73 балла, исполнительское мастерство –

8.22 балла, финальная оценка – 12.95 балла и 12.42 –финальная оценка в соревновании по снарядам ).

#### Выводы.

1. Метод видео – компьютерного анализа опорных прыжков типа Юрченко и соскоков с брусьев разной высоты, в сопряжении с методом поздних ориентиров движений [1-4] позволили выделить и идентифицировать узловые элементы, изучение которых углубляет понимание спортивной техники гимнастических упражнений и позволяет разрабатывать современные программы обучения им [4,5,13,20]. Концептуальная сущность метода поздних ориентиров движений состоит в том, что каждая предшествующая поза тела, в выполняемом спортсменом упражнении, должна положительно влиять на биомеханику последующей позы тела, что позволяет выполнять упражнение без лишних двигательных перестроек, с тем, чтобы не накапливать технические ошибки в процессе демонстрации упражнения или целой комбинации упражнений.

2. Опорные прыжки типа Юрченко. Узловые элементы спортивной техники: пусковая поза тела один (ПП1) – выпрямленное, с незначительным прогибанием в грудном отделе позвоночника положение тела спортсменки на гимнастическом мостике перед подлетом на полпереворота назад, пусковая поза тела два (ПП2) – выпрямленное положение тела гимнастки в стойке на руках на опоре о гимнастический стол перед подлетом на полтора сальто назад прогнувшись и перед подлетом на полтора сальто назад прогнувшись с поворотом на 360 градусов; узловой элемент мультипликация позы тела один (МП1) – упругожесткая управляемая поза тела выпрямившись – прогнувшись в первом полете, с руками поднятыми вверх и слегка отведенными назад в полперевороте назад, после отталкивания от мостика, мультипликация позы тела два (МП2) в основной фазе упражнения второго полета, после отталкивания руками от гимнастического стола (прогнувшись и прогнув-

шись с поворотом на 360 градусов); узловой элемент итоговая поза тела (ИП) в фазе завершающих двигательных действий – поза приземления.

3. Соскоки с брусьев разной высоты. Выделены узловые элементы спортивной техники при выполнении двойного сальто назад в группировке, двойного сальто назад в группировке с поворотом на 360 градусов в первом сальто, двойного сальто назад согнувшись, двойного сальто назад прогнувшись, сальто назад прогнувшись с поворотом на 720 градусов: в фазе подготовительных двигательных действий – пусковая поза тела (ПП), состоящая из двух подфаз: первая – проход над нижней жердью (ПФ1), вторая подфаза, главная – завершение большого оборота назад (ПФ2), принятие гимнасткой рационального положения тела для эффективного отхода от жерди и входа в основную фазу соскока (рис. 4, а):1-5); в фазе основных двигательных действий выделена мультипликация позы (поз) тела (МП), которая определяет состав и структуру упражнения; в фазе завершающих двигательных действий выделена итоговая поза тела (ИП) – приземление (полуприсед с полунаклоном туловища вперед

в узкой стойке ноги врозь, руки вперед в сторону). Показатели, характеризующие узловые элементы спортивной техники движений гимнасток в фазовой структуре опорных прыжков и соскоков с брусьев разной высоты имеют индивидуальные особенности и характерные черты.

4. Изученные нами, с применением современных методов исследования, узловые элементы спортивной техники в фазовой структуре опорных прыжков типа Юрченко и соскоков с брусьев разной высоты, выполненные юными гимнастками, входящими в ближайший резерв сборной команды Румынии по спортивной гимнастике и их объективные показатели являются основанием для измерения, анализа и оценки кинематической и динамической структур и других упражнений видов гимнастического многоборья, с задачей разработки программ обучения предшествующим и последующим позам тела, биомеханически рациональной передаче оптимальных силовых, пространственных, временных и других свойств, параметров и показателей двигательных действий в фазовой структуре гимнастического упражнения.

#### Література:

1. Болобан В.Н. Статодинамическая устойчивость тела спортсмена как показатель эффективности обучения физическим упражнениям прогрессирующей сложности / В.Н. Болобан, Е.В. Бирюк // Оптимизация управления процессом совершенствования технического мастерства спортсменов высшей квалификации. – Киев, КГИФК. – 1979. – С. 79 – 85
2. Болобан В.Н. Основы обучения упражнениям спортивной акробатики / В.Н. Болобан // Спортивная акробатика. – К., Выща школа. – 1988. – С. 32-142.
3. Болобан В.Н. Система обучения движениям в сложных условиях поддержания статодинамической устойчивости / В.Н. Болобан // Автореферат дисс. ... док. пед. наук. – К., КГИФК. – 1990. – 45 с.
4. Болобан В.Н. Макрометодика обучения акробатическим упражнениям сложным по координации / В.Н. Болобан // Педагогіка, Психологія та Медико-біологічні проблеми Фізичного Виховання і Спорту. Наукова монографія за редакцією професора С. С. Ермакова, Харків, 2010. – № 6. – С. 14-24.
5. Болобан В. Долговременные программы обучения упражнениям спортивной акробатики / В. Болобан // Наука в олимпийском спорте, 2011. – №1-2. – С. 75-87.
6. Болобан В. Кинематическая структура узловых элементов спортивной техники базовой связки акробатических упражнений переворот вперед – сальто вперед в группировке / В. Болобан, Е. Садовски, Т. Нижниковски, А. Масталезх, В. Вишнiovски, М. Бегайло // Наука в олимпийском спорте, 2013. – № 1. – С. 76 -79.
7. Гавердовский Ю.К. Обучение спортивным упражнениям. Биомеханика. Методология. Дидактика / Ю.К. Гавердовский – М. Физкультура и спорт. – 2007. – 912с.
8. Гавердовский Ю.К. Совершенствование техники движений и специальной технической подготовки как основа высших достижений в современной спортивной гимнастике / Ю.К. Гавердовский // Наука в олимпийском спорте, 2012. – №1. – С. 7 – 26.
9. Гамалий В. Современная технология использования различных отягощений на теле спортсмена в технической подготовке квалифицированных метателей молота / В. Гамалий, М. Островский // Наука в олимпийском спорте, 2011. – № 1-2. – С. 87-96.
10. Крупеня С.В. Совершенствование спортивной техники квалифицированных гимнасток в опорных прыжках на измененной конструкции снаряда / С.В. Крупеня, И.В. Хмельницкая // Наука в олимпийском спорте, 2012. – № 1. – С. 58 – 67.
11. Матвеев Л.П. Общая теория спорта и ее прикладные аспекты / Л.П. Матвеев // М., Известия. – 2001. – 331с.
12. Назаров В.Т. Биомеханические основы программирования обучающий деятельности при освоении ациклических упражнений (на примере спортивной гимнастики) / В.Т. Назаров // Автореф.

#### References:

1. Boloban V.N., Biriuk E.V. Statodinamicheskaia ustojchivost' tela sportsmena kak pokazatel' effektivnogo obucheniia fizicheskim uprazhneniam progressivuiushchej slozhnosti [Static-dynamic stability of the athlete's body as an indicator of effective teaching of progressive exercise]. *Optimizaciia upravleniia processom sovershenstvovaniia tekhnicheskogo mastersva sportsmenov vysshej kvalifikacii* [Optimization of the process control of perfection of technical of skill of sportsmen of higher qualification], Kiev, KSIPC Publ., 1979, pp. 79 – 85
2. Boloban V.N. Osnovy obucheniia uprazhneniam sportivnoj akrobatiki [Fundamentals training exercises sports acrobatics]. *Sportivnaia akrobatika* [Wrestling], Kiev, High School, 1988, pp. 32-142.
3. Boloban V.N. Sistema obucheniia dvizheniam v slozhnykh usloviiakh podderzhaniia statodinamicheskoi ustojchivosti [The system of training movements in difficult conditions to maintain static-dynamic stability], Dokt. Diss., Kiev, 1990, 45 p.
4. Boloban V.N. *Pedagogika, psihologia ta mediko-biologicni problemi fizicnogo viovanna i sportu* [Pedagogics, psychology, medical-biological problems of physical training and sports], 2010, vol. 6, pp. 14-24.
5. Boloban V.N. *Nauka v olimpijskom sporte* [Science in Olympic Sport], 2011, vol.1-2, pp. 75-87.
6. Boloban V., Sadovski E., Nizhnikovski T., Mastalezh A., Vishnioviski V., Begajlo M. *Nauka v olimpijskom sporte* [Science in Olympic Sport], 2013, vol. 1, pp. 76 -79.
7. Gaverdovskij Ju.K. *Obuchenie sportivnym uprazhneniam. Biomekhanika. Metodologija. Didaktika* [Training Exercise. Biomechanics. Methodology. Didactics], Moscow, Physical Culture and Sport, 2007, 912 p.
8. Gaverdovskij Ju.K. *Nauka v olimpijskom sporte* [Science in Olympic Sport], 2012, vol.1, pp. 7 – 26.
9. Gamalij V., Ostrovskij M. *Nauka v olimpijskom sporte* [Science in Olympic Sport], 2011, vol. 1-2, pp. 87-96.
10. Krupenia S.V., Khmel'nickaia I.V. *Nauka v olimpijskom sporte* [Science in Olympic Sport], 2012, vol. 1, pp. 58 – 67.
11. Matveev L.P. *Obshchaia teoriia sporta i ee prikladnye aspekty* [The general theory of sport and its applications], Moscow, The news, 2001, 331 p.
12. Nazarov V.T. *Biomekhanicheskie osnovy programmirovaniia obuchaiushchij deiatel'nosti pri osvoenii aciklicheskich uprazhnenij (na primere sportivnoj gimnastiki)* [Biomechanical basis of programming training activities during the development of acyclic exercises (for example, gymnastics)], Dokt. Diss., Moscow, 1974, 24 p.

- дисс. ... докт. пед. наук. – М. – 1974. – 24 с.
13. Нижниковски Т. Кинематическая структура показателей узловых элементов спортивной техники акробатических упражнений «двойного сальто назад в группировке и двойного сальто назад прогнувшись» / Т. Нижниковски, Е. Садовски, В. Болобан, А. Масталей, В. Вишниовски, М. Бегайло // Теория и практика физической культуры, 2013. – № 3. – С. 41 – 47.
  14. Платонов В.Н. Система подготовки спортсменов в олимпийском спорте. Общая теория и её практическое приложение / В.Н. Платонов // К., Олимпийская литература. – 2004. – 808 с.
  15. Потоп В. Моторное обучение гимнастическим упражнениям на основе трансферной технологии / В. Потоп, В. Григоре, С. Маринеску // Наука в олимпийском спорте, 2012. – №1. – С. 47-57.
  16. Романов Н.С. Позный метод обучения технике легкоатлетического бега и прыжков / Н.С. Романов, А.И. Пьянзин, Е.В. Никитина // Теория и практика физической культуры, 2011. – № 4. – С. 73-77.
  17. Садовски Е. Компоненты структуры технической подготовки акробатов / Е. Садовски, В. Болобан, А. Масталей, Т. Нижниковски // Теория и практика физической культуры, 2003. – № 9. – С. 19-23.
  18. Садовски Е. Кинематическая структура узловых элементов спортивной техники акробатических упражнений / Е. Садовски, В. Болобан, Т. Нижниковски, А. Масталей, В. Вишниовски // Наука в олимпийском спорте, 2007. – №1. – С. 39-47.
  19. Садовски Е. Позные ориентиры движений как узловые элементы спортивной техники акробатических упражнений / Е. Садовски, В. Болобан, Т. Нижниковски, А. Масталей, В. Вишниовски // Теория и практика физической культуры, 2009. – №12. – С.42-47.
  20. Садовски Е. Позные ориентиры движений как метод анализа и оценки показателей кинематической структуры узловых элементов спортивной техники базовой связки упражнений «переворот вперед – сальто вперед в группировке» / Е. Садовски, В. Болобан, Т. Нижниковски, А. Масталей, В. Вишниовски, М. Бегайло // Теория и практика физической культуры, 2012. – №7. – С.98-102.
  21. Смолевский В.М. Спортивная гимнастика / В.М., Смолевский, Ю.К. Гавердовский // Киев, Олимпийская литература. – 1999. – 466 с.
  22. Сучилин Н.Г. Техническая структура гимнастических упражнений / Н.Г. Сучилин // Гимнастика. Теория и практика. – М., Советский спорт. – 2010. – Вып.1. – С.5–19.
  23. Сучилин Н.Г. Базовые навыки и стратегические элементы / Н.Г. Сучилин, Л.Я. Аркаев // Гимнастика, теория и практика. Методическое приложение к журналу «Гимнастика». – М., Советский спорт. – 2010. – №1. – С. 67–73.
  24. Boloban V. Didactic technology in mastering complex motor tasks / V. Boloban, J. Sadowski, T.Niznikowski, W. Wiśniowski // Coordination motor abilities in scientific research. Edited by: J. Sadowski, T. Niinikowski. - Biala Podlaska: Faculty of Physical Education and Sport, 2010. – vol. 33. – pp.112 – 129
  25. Peixoto C. Technical Development. How coaches understand movements. Performance Indicator / C. Peixoto // Coordination motor abilities in scientific research. – Biala Podlaska, WWFS. – 2010. – vol 33. – pp. 49–54.
  26. Andreeva N. Key elements of sports techniques of ball throwing and catching by those engaged in rhythmic gymnastics at the stage of preliminary basic preparation. Journal of Physical Education and Sport ® (JPES), 2013. – vol.13(1) . – Art 8. – pp. 46 – 52. – DOI:10.7752/jpes.2013.01008.
  27. Kashuba V.A. Biomechanical analysis of skilled female gymnasts' technique in «round-off, flic-flac» type on the vault table V. Kashuba, I. Khmel'nitska, S. Krupenya // Journal of Physical Education and Sport ® (JPES), 2012. – vol.12(4) . – Art 64. – pp. 431 – 435. – DOI:10.7752/jpes.2012.04064
  28. Niżnikowska E. „Szkoła ruchów” jako składowa struktury rzeczowej wszechstronnego etapu przygotowania akrobatów / E. Niżnikowska, T. Niżnikowski, W. Wiśniowski, W.Bołoban // Proces doskonalenia treningu i walki sportowej. – Warszawa, AWF. – 2005. – T.2. – S. 37-39.
  29. Potop V. Comparative biomechanical analysis of key elements in stretched salto backward Yurchenko vault / V. Potop, O. Timnea // Journal of Physical Education and Sport ® (JPES), 2012. – vol.12(4). – Art 75. – pp. 521 – 525. – DOI:10.7752/jpes.2012.04075
  30. Raczek J. Antropomotoryka. Teoria motoryczności człowieka w zarysie / J. Raczek. – Warszawa, Wydawnictwo lekarskie PZWL. – 2010. – S.286-291.
  31. Ramirez J.A. Lo Pedagógico del Deporte...Menor / J.A. Ramirez. – Caracas, Editorial Episteme, C.A. – 1998. – 202p.
  13. Nizhnikovski T., Sadovski E., Boloban V., Mastalezha A., Vishnioviski V., Begajlo M. *Teoriia i praktika fizicheskoj kul'tury* [Theory and practice of physical culture], 2013, vol. 3, pp. 41 – 47.
  14. Platonov V.N. *Sistema podgotovki sportsmenov v olimpijskom sporte* [The system of preparation of sportsmen in Olympic sport], Kiev, Olympic Literature, 2004, 808 p.
  15. Potop V., Grigore V., Marinescu S. *Nauka v olimpijskom sporte* [Science in Olympic Sport], 2012, vol.1, pp. 47-57.
  16. Romanov N.S., P'ianzin A.I., Nikitina E.V. *Teoriia i praktika fizicheskoj kul'tury* [Theory and practice of physical culture], 2011, vol. 4, pp. 73-77.
  17. Sadovski E., Boloban B., Mastalezha A., Nizhnikovski T. *Teoriia i praktika fizicheskoj kul'tury* [Theory and practice of physical culture], 2003, vol. 9, pp. 19-23.
  18. Sadovski E., Boloban V., Nizhnikovski T., Mastalezha A., Vishnioviski V. *Nauka v olimpijskom sporte* [Science in Olympic Sport], 2007, vol.1, pp. 39-47.
  19. Sadovski E., Boloban V., Nizhnikovski T., Mastalezha A., Vishnioviski V. *Teoriia i praktika fizicheskoj kul'tury* [Theory and practice of physical culture], 2009, vol.12, pp.42-47.
  20. Sadovski E., Boloban V., Nizhnikovski T., Mastalezha A., Vishnioviski V., Begajlo M. *Teoriia i praktika fizicheskoj kul'tury* [Theory and practice of physical culture], 2012, vol.7, pp.98-102.
  21. Smolevskij V.M., Gaverdovskij Iu.K. *Sportivnaia gimnastika* [Sports gymnastics], Kiev, Olympic Literature, 1999, 466 p.
  22. Suchilin N.G. *Gimnastika. Teoriia i praktika*. [Gymnastics. Theory and practice], Moscow, Soviet sport, 2010, vol.1, pp. 5–19.
  23. Suchilin N.G., Arkaev L.Ia. *Gimnastika. Teoriia i praktika*. [Gymnastics. Theory and practice], Moscow, Soviet sport, 2010, vol.1, pp. 67–73.
  24. Boloban V., Sadowski J., Niznikowski T., Wiśniowski W. Didactic technology in mastering complex motor tasks. *Coordination motor abilities in scientific research*, 2010, vol. 33, pp.112 – 129
  25. Peixoto C. Technical Development. How coaches understand movements. Performance Indicator. *Coordination motor abilities in scientific research*, 2010, vol 33, pp. 49–54.
  26. Andreeva N. Key elements of sports techniques of ball throwing and catching by those engaged in rhythmic gymnastics at the stage of preliminary basic preparation. *Journal of Physical Education and Sport*, 2013, vol.13(1), pp. 46 – 52, DOI:10.7752/jpes.2013.01008.
  27. Kashuba V.A., Khmel'nitska I., Krupenya S. Biomechanical analysis of skilled female gymnasts' technique in «round-off, flic-flac» type on the vault table. *Journal of Physical Education and Sport*, 2012, vol.12(4), pp. 431 – 435, DOI:10.7752/jpes.2012.04064
  28. Niżnikowska E., Niżnikowski T., Wiśniowski W., Bołoban W. „School movement” as a component of the structure of the preparation of a comprehensive kind of acrobats. *The improvement of training and combat sports* [„Szkoła ruchów” jako składowa struktury rzeczowej wszechstronnego etapu przygotowania akrobatów. Proces doskonalenia treningu i walki sportowej]. Warszawa, AWF, 2005, vol.2, pp. 37-39.
  29. Potop V., Timnea O. Comparative biomechanical analysis of key elements in stretched salto backward Yurchenko vault. *Journal of Physical Education and Sport*, 2012, vol.12(4), pp. 521 – 525, DOI:10.7752/jpes.2012.04075
  30. Raczek J. *Anthropological motor activity. The theory of human motor skills at a Glance* [Antropomotoryka. Teoria motoryczności człowieka w zarysie], Warszawa, Publisher medical PZWL, 2010, pp. 286-291.
  31. Ramirez J.A. *The Teaching of Sports ... Low* [Lo Pedagógico del Deporte...Menor], Caracas, Editorial Episteme, C.A, 1998, 202p.

**Информация об авторах:**

**Потоп Владимир Антонович:** vladimir\_potop@yahoo.com; Экологический университет в Бухаресте; Милеа Василе №1Г, 6 сектор, 061341, Бухарест, Румыния

**Град Рафал:** wboloban@ukr.net; Академия физического воспитания Юзефа Пилсудского в Варшаве; Ул. Маримонска, 34, а/я 55, 00-978, Варшава, Польша

**Болобан Виктор Николаевич:** wboloban@ukr.net; Национальный университет физического воспитания и спорта Украины; ул. Физкультуры 1, г.Киев, 03680, Украина.

**Цитируйте эту статью как:** Владимир Потоп, Рафал Град, Виктор Болобан. Биомеханические показатели узловых элементов спортивной техники гимнастических упражнений // Педагогика, психология та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту. – 2013. – № 9 – С. 59-72. doi:10.6084/m9.figshare.751559

Электронная версия этой статьи является полной и может быть найдена на сайте: <http://www.sportpedagogy.org.ua/html/arhive.html>

Эта статья Открытого Доступа распространяется под терминами Creative Commons Attribution License, которая разрешает неограниченное использование, распространение и копирование любыми средствами, обеспечивающими должное цитирование этой оригинальной статьи (<http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/deed.ru>).

Дата поступления в редакцию: 25.06.2013 г.  
Опубликовано: 30.09.2013 г.

**Information about the authors:**

**Potop V.A.:** vladimir\_potop@yahoo.com; Ecological University of Bucharest; Bd.Milea Vasile nr.1G, Sector 6, 061341, Bucharest, Rumania

**Grad R.:** bwz@awf.edu.pl; Józef Piłsudski University of Physical Education in Warsaw; 34 Marymoncka Str; P.O.Box 55, 00-978 Warsaw 45; Poland

**Boloban V. M.:** wboloban@ukr.net; National University of Physical Education and Sport of Ukraine; Fizkultury str. 1, Kiev, 03680, Ukraine.

**Cite this article as:** Potop V.A., Grad R., Boloban V.N. Biomechanical indicators of key elements of sports equipment gymnastic exercises. *Pedagogics, psychology, medical-biological problems of physical training and sports*, 2013, vol.9, pp. 59-72. doi:10.6084/m9.figshare.751559

The electronic version of this article is the complete one and can be found online at: <http://www.sportpedagogy.org.ua/html/arhive-e.html>

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited (<http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/deed.en>).

Received: 25.06.2013  
Published: 30.09.2013