

УДК 796.41

# МЕТОДИКА ОСВОЕНИЯ БИОМЕХАНИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ СОСКОКА «ДВОЙНОЕ САЛЬТО ВПЕРЕД В ГРУППИРОВКЕ НА ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ БРУСЬЯХ МАХОМ НАЗАД ИЗ УПОРА»

Ю.В. Шевчук (Красноярск, Россия)

## Аннотация

*Постановка проблемы.* В упражнениях на параллельных брусьях соскок двойное сальто вперед в группировке махом назад из упора является кульминационным финальным аккордом, завершающим логичное, эстетически цельное построение, создаваемое гимнастом двигательными средствами. В настоящее время это один из сложных современных соскоков, часто исполняющийся высококвалифицированными гимнастами на крупных соревнованиях. Приземление в доскок после него в конце комбинации существенно повышает шансы гимнаста на получение высокой оценки. Однако фазовая биомеханическая структура техники его исполнения изучена недостаточно. Это обусловлено использованием обычных видеокамер с низкой скоростью съемки (25 к/сек). Проблема состоит в разработке методики освоения техники исполнения соскока двойное сальто вперед в группировке на параллельных брусьях махом назад из упора с использованием высокоскоростной съемки видеокамерой Phantom со скоростью 500 к/с.

*Цель статьи* – выявить фазовую биомеханическую структуры техники исполнения соскока двойное сальто вперед в группировке на параллельных брусьях махом назад из упора и разработать методику ее освоения.

*Методологию* исследования составляет комплекс инструментальных методов исследования,

в частности использование высокоскоростной видеосъемки видеокамерой Phantom со скоростью 500 к/с, программного обеспечения «Тема MaxTrack» для обработки видеоматериалов, компьютерные технологии, а также теоретический анализ специальной литературы зарубежных и отечественных ученых и программных документов, педагогические наблюдения, структурно-фазовый и педагогико-биомеханический анализ.

*Результаты.* Выявлена фазовая биомеханическая структура техники исполнения гимнастического элемента – двойное сальто вперед в группировке на параллельных брусьях. Разработана и обоснована эффективная методика обучения этому элементу.

*Заключение.* С использованием современных инструментальных методов исследована биомеханическая фазовая структура техники исполнения соскока двойное сальто вперед в группировке на параллельных брусьях на основе междисциплинарной методологии исследования педагогическая биомеханика. По данным высокоскоростной видеосъемки (500 к/с) определены биомеханические характеристики фазовой микроструктуры и построена педагогико-биомеханическая структурно-фазовая модель.

**Ключевые слова:** спортивная гимнастика, параллельные брусья, соскок, двойное сальто вперед, педагогическая биомеханика, высокоскоростная видеосъемка, структурно-фазовый анализ.

**П***остановка проблемы.* В упражнениях на параллельных брусьях соскок двойное сальто вперед в группировке махом назад из упора является кульминационным финальным аккордом, завершающим логичное, эстетически цельное построение, создаваемое гимнастом двигательными средствами. В настоящее время

это один из сложных современных соскоков, часто исполняющийся высококвалифицированными гимнастами на крупных соревнованиях. Приземление в доскок после него в конце комбинации существенно повышает шансы гимнаста на получение высокой оценки. Однако фазовая биомеханическая структура техники его исполнения

изучена недостаточно. Это обусловлено использованием обычных видеокамер с низкой скоростью съемки (25 к/сек). Проблема состоит в разработке методики освоения техники исполнения соскока двойное сальто вперед в группировке на параллельных брусьях махом назад из упора с использованием высокоскоростной съемки видеокамерой Phantom со скоростью 500 к/с.

*Цель* статьи – выявить фазовую биомеханическую структуры техники исполнения соскока двойное сальто вперед в группировке на параллельных брусьях махом назад из упора и разработать методику ее освоения.

*Методологию* исследования составляет комплекс инструментальных методов исследования, в частности использование высокоскоростной видеосъемки видеокамерой Phantom со скоростью 500 к/с, программного обеспечения «Тема MaxTrack» для обработки видеоматериалов, компьютерные технологии, а также теоретический анализ специальной литературы зарубежных и отечественных ученых и программных документов, педагогические наблюдения, структурно-фазовый и педагогико-биомеханический анализ.

*Обзор научной литературы по проблеме.* Биомеханические исследования техники исполнения сложных гимнастических упражнений в связи с разработкой методики обучения проведены в ряде работ [Аркаев, Сучилин, Савельев, 1996, с. 12–20; Hiley, Yeadon, 2005, р. 223–235; Irwin, Kerwin, 2007, р. 131–144; Сучилин, Шевчук, 2014, с. 119–121; и др.]. В этих исследованиях обычно использовались низкоскоростные камеры со скоростью до 50 к/с, что не позволяло вскрывать и анализировать микрофазовую структуру движения. Однако в исследованиях Л.А. Хасина, С.Б. Бурьян и А.Л. Дроздова использовались высокоскоростные видеокамеры.

*Результаты.* С использованием высокоскоростных видеокамер исследована биомеханическая фазовая структура техники выполнения соскока двойное сальто вперед в группировке и разработана апробированная на контингенте высококвалифицированных гимнастов методика обучения.

Оптимальное маятникообразное движение плечами относительно опоры должно производиться следующим образом. Исходное положение – плечи выведены вперед за опору. Тело слегка согнуто в тазобедренных суставах. Носки ног высоко над головой. Возникает разгоняющий момент силы тяжести относительно опоры. Скорость вращения туловища вокруг плеч начинает расти. Плечи начинают уводиться назад.

При прохождении вертикального положения угол между руками и туловищем составляет  $0^\circ$ , руки вертикальны. Далее руки продолжают уводиться назад. Это движение прекращается в момент прохождения положения, близкого к горизонтальному, и начинается движение плеч в обратном направлении (назад), сочетаемое с толчком руками о жерди вверх в удобную сторону.

Амплитуда маятникообразного движения плечами вперед-назад при выполнении данного упражнения должна быть умеренной (не больше  $\pm 27^\circ$ ). Движение следует скоординировать таким образом, чтобы момент силы тяжести относительно опоры при движении сверху вниз в первой половине маха при движении снизу вверх из вертикального положения, тормозящий момент силы тяжести, был минимально возможным.

На рис. 1 представлены видеодиаграмма, фазовая структура и биомеханические характеристики соскока двойное сальто вперед в группировке на параллельных брусьях махом назад из упора в образцовом исполнении члена сборной России по спортивной гимнастике (П-в). Выделены граничные (ГП) и контрольные положения (КП) в фазовой структуре движения.

Длительность упражнения от исходного положения до приземления – 1,71 с. Длительность полета (от отхода от брусьев до приземления) – 0,80 с. Биомеханический диагноз: ранние бросок и группировка на опоре. Рекомендации: сделать более продолжительный бросок пятками, позже быстрее и плотнее сгруппироваться.

В таблице представлена структурно-фазовая модель соскока двойное сальто вперед в группировке махом вперед из упора с брусьев.



Рис. 1а. Видеограмма соскока двойное сальто вперед в группировке на параллельных брусьях махом назад из упора  
 Fig. 1a. Videogram of the double somersault forward dismount in a tuck position on parallel bars swinging back from the stop

ГП-1 Исходное положение  
 (плечи выведены максимально  
 вперед за опору).

Длительность фазы: 0,34 с

Углы:  $b_1 = 93,4^\circ$   
 $b_2 = 240,4^\circ$   
 $b_3 = 105,2^\circ$   
 $b_4 = 196,9^\circ$

ГП-2 Фаза «замах»

(плечи уведены максимально  
 назад от опоры).

Длительность фазы: 0,24 с

Углы:  $b_1 = 72,7^\circ$   
 $b_2 = 301,8^\circ$   
 $b_3 = 141,8^\circ$   
 $b_4 = 190,3^\circ$

КП-3 Середина фазы «бросок»  
 (разгибание в т/б суставах).

Плечи расположены вертикально  
 над опорой, перемещаясь вперед.

Длительность фазы: 0,17 с

Углы:  $b_1 = 92,7^\circ$   
 $b_2 = 356,1^\circ$   
 $b_3 = 179,6^\circ$   
 $b_4 = 189,4^\circ$

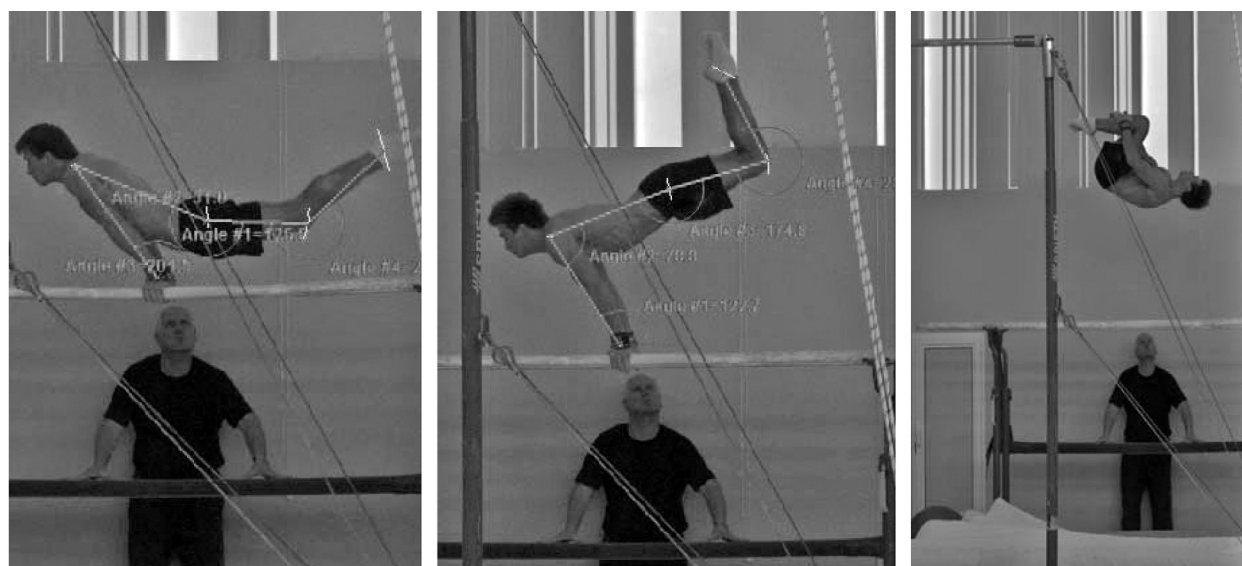


Рис. 1б. Видеограмма соскока двойное сальто вперед в группировке на параллельных брусьях махом назад из упора  
 Fig. 1b. Videogram of the double somersault forward dismount in a tuck position on parallel bars swinging back from the stop

ГП-4 Конец фазы «бросок».  
 Начало фазы «отход».

Длительность фазы до момента  
 отхода от брусьев: 0,11 с

Углы:  $b_1 = 125,8^\circ$   
 $b_2 = 31,0^\circ$   
 $b_3 = 201,5^\circ$   
 $b_4 = 225,6^\circ$

ГП-5 Начало прекращения  
 связи с опорой  
 (плечи перемещаются назад)

Углы:  $b_1 = 122,7^\circ$   
 $b_2 = 78,8^\circ$   
 $b_3 = 174,8^\circ$   
 $b_4 = 281,1^\circ$

ГП-6 Фиксация позы  
 «группировка» в полете.

Длительность фазы  
 от момента отхода от брусьев  
 до фиксации позы  
 группировки: 0,25 с



Рис. 1в. Видеограмма соскока двойное сальто вперед в группировке на параллельных брусьях махом назад из упора  
 Fig. 1v. Videogram of the double somersault forward dismount in a tuck position on parallel bars swinging back from the stop

МГП-7 Выполнено 1 сальто.

Длительность от момента фиксации группировки до завершения первого сальто: 0,11 с

МГП-8 Выполнено 1,5 сальто.

Длительность от завершения 1 до 1,5 оборота по сальто: 0,23 с

МГП-9 Выполнено 2 сальто.

Начало фазы «подготовка к приземлению». Длительность 0,5 оборота по сальто (от 1,5 до 2 оборотов): 0,20 с

Примечание: МГП-7 – 9 – граничные позы микрофаз.



Рис. 1г. Видеограмма соскока двойное сальто вперед в группировке на параллельных брусьях махом назад из упора  
 Fig. 1g. Videogram of the double somersault forward dismount in a tuck position on parallel bars swinging back from the stop

КП-10 Начало фазы «подготовка к приземлению»

ГП-11 Приземление, фаза амортизации. Длительность: 0,09 с

**Структурно-фазовая модель соскока двойное сальто вперед в группировке с брусьев****Structural-phase model of the double somersault forward dismount in a tuck position from the bars**

Период	Опорный				Безопорный		Приземление		
Стадия	Аккумуляция		Рабочая		Реализация		Амортизация	Финал	
Фаза	Разгон	Замах	Бросок	Отход	Полет	Подготовка к приходу	Приход	Финал	
Действия	Основные	Завершающе-подготовит.	Основные	Завершающе-подготовит.	Основные	Завершающе-подготовит.	Основные		
Граничные положения	Поза тела	ГП-1 Исх. пол. Плечи максим. выведены вперед, тело слегка согнуто в т/б суставах	ГП-2 Плечи максим. отведены назад, тело согнуто в т/б суставах. Ноги в коленях выпрямлены	ГП-4 Плечи максим. выведены вперед, тело прогнуто	ГП-5 Плечи начинают движение назад, тело выпрямлено. Колени согнуты под прямым углом	ГП-6 Тело плотно сгруппировано, поза фиксирована	ГП-9 Начало выпрямления тела, руки снижаются с голени	ГП-10 Ступни ног касаются поверхности приземления, тело выпрямлено, руки подняты над плечами	Тело выпрямлено в основной стойке
	Ориентация	Близка к вертикальной (см. ГП-1 на рис.)	Близка к горизонтальной, лицом вверх	Близка к горизонтальной, лицом вниз	Тело и плечи наклонены вперед	Поза группировки лицом вверх	Поза начала разгруппировки головой вверх	Близка к вертикальной, ноги слегка впереди	Вертикальная

*Методика обучения соскоку двойное сальто вперед в группировке на параллельных брусьях*

*Исходная база обучения:*

– правильная техника размахиваний в упоре на брусьях;

– стойка на руках;

– соскок махом назад, сальто вперед в группировке из размахиваний в упоре;

– соскок махом назад, сальто вперед прогнувшись из размахиваний в упоре.

*Подготовительные упражнения:*

– проверка и коррекция техники выполнения исходной базы;

– рассказ, показ, разбор видеограмм, совместный с тренером анализ техники исполнения с акцентом на граничных положениях и ведущих элементах координации в фазах;

– на низких жердях размахивания в упоре с подскоками в стойку на руках с постепенно увеличивающейся амплитудой с акцентами на ведущих элементах координации в фазах замаха, броска и отхода;

– соскок махом назад, сальто вперед в группировке в сторону на горку поролоновых матов, настеленных вровень с жердями, в кувырок;

– то же прогнувшись;

– то же полтора сальто вперед в группировке;

– соскок двойное сальто вперед в группировке в поролоновую яму;

– то же в связке;

– то же на поролоновые маты;

– то же на соревновательный стандарт;

– то же в связке на соревновательном стандарте;

– то же в комбинации.

Каждое из вышеперечисленных упражнений выполняется до уровня стабильного безошибочного исполнения, и только после этого переходят к следующему.

*Заключение.* С использованием современных инструментальных методов исследована биомеханическая фазовая структура техники исполнения соскока двойное сальто вперед в группировке на параллельных брусьях на основе междисциплинарной методологии исследования

«педагогическая биомеханика». По данным высокоскоростной видеосъемки (500 к/с) определены биомеханические характеристики фазовой микроструктуры и построена педагогико-биомеханическая структурно-фазовая модель.

Критерием правильности технических действий на опоре является приземление на одной линии хвата за жерди. Недостаток скорости вращения тела в полете свидетельствует о раннем начале группировки в конце броска, а также о чрезмерной подаче плеч назад в первой части маха или вперед во второй его части. Значительное продвижение в полете вперед свидетельствует о чрезмерном заваливании плеч вперед и о толчке руками вперед в фазе отхода, а продвижение в полете назад – о противоположной ошибке (раннее и сильное движение плеч назад в этой фазе).

### Библиографический список

1. Аркаев Л.Я., Сучилин Н.Г. Как готовить чемпионов теория и технология подготовки гимнастов высшей квалификации. М.: ФиС, 2004. 325 с. URL: <https://www.studmed.ru/> (дата обращения: 27.03.2020).
2. Аркаев Л.Я., Сучилин Н.Г., Савельев В.С. Педагогико-биомеханический анализ техники спортивных движений на основе программно-аппаратного видеокомплекса // Теория и практика физической культуры. 1996. № 4. URL: <http://lib.sportedu.ru> (дата обращения: 27.03.2020).
3. Гавердовский Ю.К. Обучение спортивным упражнениям. М.: ФиС, 2007. 912 с. URL: <https://gym.sportedu.ru> (дата обращения: 01.04.2020).
4. Донской Д.Д., Зацюрский В.М. Биомеханика спорта. М.: ФиС, 1981. 143 с. URL: <https://www.twirpx.com> (дата обращения: 01.04.2020).
5. Донской Д.Д. О путях биомеханического обоснования спортивной техники // Принципиальные вопросы биомеханического анализа спортивных двигательных действий: сб. науч. тр. МОГИФК. 1986. Малаховка, 1987. С. 20–25. URL: <http://www.wikidocs.ru> (дата обращения: 01.04.2020).
6. Дьячков В.М. Исследование ведущих элементов и фаз движений и их отражение в ритме технически сложных видов спорта // Проблемы высшего спортивного мастерства: сб. науч. тр. ВНИИФК. М., 1968. С. 17–25. URL: <https://monographies.ru> (дата обращения: 27.03.2020).
7. Дьячков В.М., Сучилин Н.Г., Федяев Ю.А., Селиванова Т.Г. Основы спортивно-целевого перспективно-прогностического программирования процесса совершенствования технического мастерства высококвалифицированных спортсменов // Проблемы высшего спортивного мастерства: сб. науч. тр. ВНИИФК. М., 1980. С. 99–130. URL: <https://mirznanii.com> (дата обращения: 03.04.2020).
8. Евсеев С.П., Рыкунов Ю.Н. Обучение гимнастическим упражнениям с помощью технических средств управления суставными движениями // Гимнастика. М.: ФиС, 1985. Вып. 2. С. 17–22. URL: <http://sportlib.su> (дата обращения: 30.03.2020).
9. Курьеров Н.А. Фазность действий гимнаста. М.: ФиС, 1961. 121. URL: <http://www.sportm.ru> (дата обращения: 30.03.2020).
10. Сучилин Н.Г., Шевчук Ю.В. Исследование движения тела спортсмена в безопорном периоде спортивных упражнений // Вестник КГПУ им. В.П. Астафьева. Психолого-педагогические науки. 2014. № 1 (27). С. 119–126. URL: <http://vestnik.kspu.ru> (дата обращения: 31.03.2020).
11. Сучилин Н.Г. Педагогическая биомеханика как методологический подход и междисциплинарное научное направление // Материалы XII Международного научного конгресса «Современный олимпийский спорт, параолимпийский спорт и спорт для всех». М., 2008. Т. 2. С. 132. URL: <https://dspace.susu.ru/> (дата обращения: 31.03.2020).
12. Сучилин Н.Г. Техническая структура гимнастических упражнений // Гимнастика. Теория и практика: метод. приложение к журналу «Гимнастика». М.: Советский спорт. 2010. Вып. 1. С. 5–19. URL: <http://elar.urfu.ru> (дата обращения: 31.03.2020).

13. Фарфель В.С. Управление движениями в спорте. М.: ФиС, 1975. 208 с. URL: <https://search.rsl.ru> (дата обращения: 01.04.2020).
14. Хасин Л.А., Бурьян С.Б., Дроздов А.Л. Исследование биомеханической микроструктуры сложнокоординационных двигательных действий высшей сложности на основе высокоскоростной видеосъемки и математического моделирования и эффективная методика их формирования и совершенствования до уровня высшей спортивной результативности спортсменами высшей квалификации: отчет о НИР / МГАФК НИИТ. Малаховка, 2013. 194 с. № гос. регистрации 0120374167. URL: <https://cyberleninka.ru/> (дата обращения: 10.04.2020).
15. Hiley M.J., Yeadon M.R. Maximal dismounts from high bar. *J Biomech.* 2005. Nov. № 38 (11). P. 2221-7. URL: <https://www.pubfacts.com> (дата обращения: 03.04.2020).
16. Hiley M.J., Yeadon M.R. Optimisation of high bar circling technique for consistent performance of a triple piked somersault dismount // *Biomech.* 2008. № 41 (8). P. 1730-5. URL: <https://www.pubfacts.com/> (дата обращения: 03.04.2020).
17. Hiley M.J., Yeadon M.R. The margin for error when releasing the asymmetric bars for dismounts // *Appl Biomech.* 2005. Aug. № 21 (3). URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/> (дата обращения: 03.04.2020).
18. Irwin G., Kerwin D.G. Inter-segmental coordination in progressions for the longswing on high bar // *Sports Biomech.* 2007. May. № 6 (2). URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/> (дата обращения: 03.04.2020).

# BIOMECHANICAL STRUCTURE OF DOUBLE FORWARD SOMERSAULT DISMOUNT IN TUCK POSITION ON PARALLEL BARS SWINGING BACK FROM THE STOP AND METHODS OF ITS DEVELOPMENT

Yu.V. Shevchuk (Krasnoyarsk, Russia)

## Abstract

*Statement of the problem.* In exercises on parallel bars, the double somersault forward dismount in a tuck position with a backward swing from the stop is the culminating final chord that completes the logical, aesthetically solid construction created by the gymnast's motor means. Currently, this is one of the most difficult modern jumps, often performed by highly qualified gymnasts at major competitions. Landing on the board after it at the end of the combination significantly increases the gymnast's chances of getting a high score. However, the phasal biomechanical structure of its execution technique has not been studied enough. This is due to the use of conventional video cameras with a low shooting speed (25 fps). The problem is to develop a method for mastering the technique of performing the double somersault forward dismount in a tuck position on parallel bars swinging backward from the stop using a high-speed Phantom camcorder at a speed of 500 fps.

*The purpose of the article* is to identify the phasal biomechanical structure of the technique of performing a double somersault forward dismount in a tuck position on parallel bars with a backward swing from the stop and to develop a method of its mastering.

*The research methodology* consists of a complex of instrumental methods, in particular using high-speed

video camera Phantom at a speed of 500 fps, software "Tema MaxTrack" to process video materials, computer technology, and theoretical analysis of literature of international and Russian scientists and policy documents, teacher observations, structural-phase and pedagogical and biomechanical analysis.

*Research results.* The phasal biomechanical structure of the technique of performing a gymnastic element – a double somersault forward dismount in a tuck position on parallel bars – is revealed. An effective method of teaching this element has been developed and justified.

*Conclusion.* Using modern instrumental methods, the biomechanical phase structure of the technique of performing a double somersault forward dismount in a tuck position on parallel bars was studied on the basis of the methodology of the interdisciplinary direction of pedagogical biomechanics. The biomechanical characteristics of the phase microstructure were determined using data from high-speed video (500 fps) and a pedagogical-biomechanical structural-phase model was constructed.

**Keywords:** *sports gymnastics, parallel bars, dismount, double forward somersault, pedagogical biomechanics, high-speed video shooting, structural-phase analysis.*

## References

1. Arkayev L.Ya., Suchilin N.G. How to prepare champions – theory and technology of training of highly qualified gymnasts. M.: FiS, 2004. 325 p. URL: <https://www.studmed.ru/> (access date: 27.03.2020).
2. Arkayev L.Ya., Suchilin N.G., Saveliev B.C. Pedagogical and biomechanical analysis of sports movement techniques based on software and hardware video complex // *Teoriya i praktika fizicheskoy kultury* (Theory and practice of physical culture). 1996. No. 4. URL: <http://lib.sportedu.ru> (access date: 27.03.2020).
3. Gaverdovsky Yu.K. Training in sports exercises. M.: FiS, 2007. 912 p. URL: <https://gym.sport-edu.ru> (access date: 01.04.2020).
4. Donskoy D.D., Zatsiorsky V.M. Biomechanics of sport. M.: FiS, 1981. 143 p. URL: <https://www.twirpx.com> (access date: 01.04.2020).
5. Donskoy D.D. On the ways of biomechanical substantiation of sportive technology. In: *Fundamental questions of biomechanical analysis of sports motor actions: collection of scientific articles.* MOGIFK. 1986. Malakhovka, 1987. P. 20–25. URL: <http://www.wikidocs.ru> (access date: 01.04.2020).



6. Dyachkov V.M. Research of leading elements and phases of movements and their reflection in the rhythm of technically complex sports. In: Problems of higher sportsmanship: collection of articles. M.: VNIIFK, 1968. P. 17–25. URL: <https://monographies.ru> (access date: 27.03.2020).
7. Dyachkov V.M., Suchilin N.G., Fedyaev Yu.A., Selivanova T.G. Bases of sports-target perspective-prognostic programming of process of improvement of technical skill of highly qualified athletes. In: Problems of higher sports skill: collection of scientific articles. M.: VNIIFK, 1980. P. 99–130. URL: <https://mirznanii.com> (access date: 03.04.2020).
8. Evseyev S.P., Rykunov Yu.N. Training in gymnastic exercises with the help of technical means of controlling joint movements // *Gimnastika (Gymnastics)*. M.: FiS, 1985. Vol. 2. P. 17–22. URL: <http://sportlib.su> (access date: 30.03.2020).
9. Kuryerov G.N. The power phase of the actions of a gymnast. M.: FiS, 1961. 121 p. URL: <http://www.cnopm.ru> (access date: 30.03.2020).
10. Suchilin N.G., Shevchuk Yu.V. Study of the movement of the athlete's body in the unsupported period of sports exercises // *Vestnik KGPU im. V.P. Astafieva (Bulletin of the KSPU named after V.P. Astafiev)*. Psychological and pedagogical Sciences. 2014. No. 1 (27). P. 119–126. URL: <http://vestnik.kspu.ru> (access date: 31.03.2020).
11. Suchilin N.G. Pedagogical biomechanics as a methodological approach and an interdisciplinary scientific direction. In: Proceedings of the XII International scientific Congress "Modern Olympic sport, Paralympic sport and sport for all". M., 2008. Vol. 2. P. 132. URL: <https://dspace.susu.ru/> (access date: 31.03.2020).
12. Suchilin N.G. Technical structure of gymnastic exercises. In: *Gymnastics. Theory and practice: methodical appendix to the journal "Gymnastics"*. M.: Sovetsky sport. 2010. Vol. 1. P. 5–19. URL: <http://elar.urfu.ru> (access date: 31.03.2020).
13. Farfel V.S. Management of movements in sports. M.: FiS, 1975. 208 p. URL: <https://search.rsl.ru> (access date: 01.04.2020).
14. Khasin L.A., Buryan S.B., Drozdov A.L. Research of biomechanical microstructure of complex motor actions of the highest complexity based on high-speed video shooting and mathematical modeling and effective methods of their formation and improvement to the level of higher sports performance by highly qualified athletes: Research Report / MGAFK NIIT. Malakhovka, 2013. 194 p. State registration No. 0120374167. URL: <https://cyberleninka.ru/> (access date: 10.04.2020).
15. Hiley M.J., Yeadon M.R. Maximal dismounts from high bar // *Biomech.* 2005. Nov. No. 38 (11). P. 2221-7. URL: <https://www.pubfacts.com> (access date: 03.04.2020).
16. Hiley M.J., Yeadon M.R. Optimisation of high bar circling technique for consistent performance of a triple piked somersault dismount // *Biomech.* 2008. No. 41 (8). P. 1730-5. URL: <https://www.pubfacts.com/> (access date: 03.04.2020).
17. Hiley M.J., Yeadon M.R. The margin for error when releasing the asymmetric bars for dismounts // *Appl Biomech.* 2005. Aug. No. 21 (3). URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/> (access date: 03.04.2020).
18. Irwin G., Kerwin D.G. Inter-segmental coordination in progressions for the longswing on high bar // *Sports Biomech.* 2007. May. No. 6 (2). URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/> (access date: 03.04.2020).