

УДК 796.012+796.431.2

ВЗАИМОСВЯЗЬ И ЗНАЧИМОСТЬ БИОМЕХАНИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РАЗБЕГА И ОТТАЛКИВАНИЯ В ДОСТИЖЕНИИ РЕЗУЛЬТАТА В ПРЫЖКАХ В ДЛИНУ (анализ новейших исследований российских и зарубежных авторов)

Сорокин Сергей Анатольевич

Преподаватель кафедры теории и методики лёгкой атлетики. Кубанский государственный университет физической культуры, спорта и туризма. Краснодар, Россия. E-mail: sierghiei.sorokin.63@mail.ru

Аршинник Сергей Павлович

Кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры теории и методики лёгкой атлетики. Кубанский государственный университет физической культуры, спорта и туризма. Краснодар, Россия. E-mail: arschinnik_fk@mail.ru

INTERRELATION AND SIGNIFICANCE OF BIOMECHANICAL PARAMETERS OF RUN-UP AND TAKE-OFF PHASES IN ACHIEVEMENT OF RESULT IN LONG JUMPS (analysis of the latest research by Russian and foreign authors)

Sorokin Sergei Anatol'evich

Lecturer of Theory and Methodology of Athletics Federal State Budget Institution of Higher Professional Education. Kuban State University of Physical Education, Sport and Tourism. Krasnodar, Russia. E-mail: sierghiei.sorokin.63@mail.ru

Arshinnik Sergei Pavlovich

Candidate of Pedagogical Sciences, Assistant Professor of Theory and Methodology of Athletics Federal State Budget Institution of Higher Professional Education. Kuban State University of Physical Education, Sport and Tourism. Krasnodar, Russia. E-mail: arschinnik_fk@mail.ru

Следует цитировать / Citation:

Сорокин С. А., Аршинник С. П. Взаимосвязь и значимость биомеханических параметров разбега и отталкивания в достижении результата в прыжках в длину (анализ новейших исследований российских и зарубежных авторов) // *Здоровье человека, теория и методика физической культуры и спорта.* — 2019. — № 5 (16). — С. 130–137. URL: <http://journal.asu.ru/index.php/zosh>.

Sorokin S. A., Arshinnik S. P. Interrelation and significance of biomechanical parameters of run-up and take-off phases in achievement of result in long jumps (analysis of the latest research by Russian and foreign authors). *Health, Physical Culture and Sports.* 2019, 5 (16), pp. 130–137 (in Russian). URL: <http://journal.asu.ru/index.php/zosh>.

Поступило в редакцию / Submitted 11.10.2019

Принято к публикации / Accepted 20.11.2019

Аннотация. Необходимость исследований в лёгкой атлетике определяется постоянным изменением характера и способов выполнения соревновательного упражнения. Так, за последние 15–20 лет в легкоатлетических прыжках значительно возросли скоростной и скоростно-силовой компоненты в общей биомеханической структуре движения. Это требует изменения подходов к ведению тренировочного процесса. Совершенствование измерительной аппаратуры, которая позволяет в настоящее время с большой точностью определять многочисленные технические и биомеханические характеристики в различных легкоатлетических дисциплинах, оптимизировать тренировочный процесс, сделать его более рациональным. Однако большой объем информации затрудняет процесс восприятия наиболее важных и нужных для работы тренера и спортсмена деталей техники и отсеивания менее ценных.

В предлагаемой работе проводится анализ разных структурных параметров, составляющих техническое исполнение прыжка в длину у мужчин и женщин различной квалификации, измеренных в процессе нескольких соревнований. При этом даётся обоснование наиболее значимым, по мнению авторов, числовым характеристикам прыжка в длину. Так, было установлено, что существует взаимосвязь между скоростью разбега на последних шагах и результирующей скоростью вылета, следовательно, результатом прыжка.

Авторы исследований также отмечают некоторые различия в технике выполнения прыжка между мужчинами и женщинами: у женщин разной квалификации не обнаруживается серьёзной разницы между показателями вертикальной скорости при покидании места отталкивания, не столь существенны также и показатели угла в коленном суставе при постановке ноги и достижением лучшего результата. В целом, анализ опубликованных исследований позволил сделать выводы о том, что инструментальными методами в настоящее время определены наиболее существенные показатели технической и специальной физической подготовленности прыгунов в длину, как у мужчин, так и у женщин. Однако при большом количестве фрагментарных исследований техники прыжка в длину серьёзных долговременных исследований биомеханических показателей на репрезентативном контингенте атлетов в этом виде лёгкой атлетики на основе новейшей измерительной техники всё же недостаточно.

Ключевые слова: прыжок в длину, скорость разбега, техника отталкивания, время отталкивания, угол отталкивания, результирующая скорость вылета, вертикальная скорость вылета, горизонтальная скорость вылета, высота общего центра масс тела.

Abstract. The need for research in athletics is determined by the constant change in the ways and nature of performing competitive exercises. So, over the past fifteen-twenty years in athletics jumps significantly increased speed and speed-power component in the overall biomechanical structure of the movement. This requires a change of vision and approaches to the conduct of the training process.

On the other hand, the improvement of measuring equipment, which now allows to determine numerous technical and biomechanical characteristics in various athletics disciplines with great accuracy, allows to optimize the training process, make it more rational. However, a large amount of information complicates the process of perception of the most important and necessary for the work of the coach and athlete details of technology and screening of less valuable.

In the proposed work, the analysis of different structural parameters that make up the technical performance of the long jump in men and women of different qualifications, measured in the course of several competitions, is carried out. In this case, the substantiation of the most significant, according to the authors, numerical characteristics of the long jump is given. In particular, it was found that there is an interdependence between the speed of the run-up in the last steps and the resulting speed of departure and, therefore, the result of the jump.

The study authors also note some differences in jump technique between men and women. So, in women of different qualifications, there is no serious difference between the indicators of vertical

speed when leaving the place of repulsion, the indicators in the angle in the knee joint when setting the leg and achieving the best result are also not so significant.

In General, the analysis of the published studies allowed to draw conclusions that instrumental methods have determined the most significant indicators of technical and special physical fitness of long jumpers, both men and women. However, with a large number of fragmentary studies of the long jump technique, serious long-term studies of biomechanical indicators on a representative contingent of athletes in this type of athletics based on the latest measuring technology is still not enough.

Keywords: long jump, run-up velocity, takeoff technique, ground contact time, takeoff angle, takeoff velocity, vertical takeoff velocity, horizontal takeoff velocity, center of gravity.

Актуальность. Детальный разбор параметров техники различных легкоатлетических видов привлекает внимание исследователей довольно продолжительный период времени. Среди них немаловажное значение отводится биомеханическим характеристикам такого популярного вида, как прыжок в длину с разбега [1, с. 413; 2, с. 332–334]. Большое количество исследований, проведённых учёными, позволило определить ряд характерных черт технического исполнения прыжка спортсменами разной квалификации и пола. Однако большое число публикаций на эту тему имеет разрозненный и несистемный характер. Специалисты-тренеры и спортсмены нуждаются в анализе и систематизации разнообразных данных и представлении их в более наглядном виде. Поэтому **целью** данной работы явился аналитический обзор отечественных и зарубежных публикаций инструментальных исследований параметров техники прыжка в длину для помощи в работе тренерам, занимающимся данным видом лёгкой атлетики.

В качестве методов исследования был использован анализ литературных источников и источников информации, представленных в электронных изданиях.

Результаты и их обсуждение. Авторы статей, в которых проводился анализ параметров отталкивания в прыжках в длину [3, с. 112; 4, с. 138–139; 5, с. 37; 6, с. 543–544; 7, с. 678–679], отмечают наличие корреляционной связи (r) между результирующей скоростью вылета спортсмена после окончания отталкивания, а также её горизонтальной состав-

ляющей и длиной прыжка. Так, в публикации О. Б. Немцева с соавторов (2014) эти показатели составляют 0,82 и 0,70 соответственно [4, с. 140]. Такие же зависимости выявлены и между результатом прыжка и вертикальной составляющей скорости вылета. Это не удивительно, так как тело спортсмена, подчиняясь физическим законам, преодолет тем большее расстояние, чем выше скорость при окончании отталкивания. Однако, если наличие горизонтальной скорости в большей мере определяется физической подготовленностью спортсмена, то вертикальная скорость, приобретаемая в отталкивании, в значительной степени зависит от технического компонента подготовки прыгуна и определяет ещё один важный параметр отталкивания — угол вылета. Зависимость между этими двумя параметрами составляет 0,86 [4, с. 140].

Исследователи [2, с. 330; 7, с. 678; 8, с. 10–11; 9, с. 488–490] также отмечают существенную взаимозависимость между скоростью разбега на последних шагах и скоростью вылета и, как следствие, итоговым результатом прыжка, что можно заметить в таблице 1.

Однако способность реализовывать скорость разбега приобретается в процессе продолжительной технической подготовки и является отличием квалифицированного спортсмена. В связи с этим интересны данные, полученные на соревнованиях Чемпионата и первенства Южного федерального округа (ЮФО) зимой 2014 г. [6, с. 543–545]. Они характеризуют особенности выполнения отталкивания спортсменами разной квалификации (см. табл. 2).

Таблица 1

**Параметры скорости разбега и отталкивания в сочетании с результатом прыжка
у отдельных спортсменов, принимавших участие в соревнованиях
GOLD MEETING RIO OF ATHLETICS 2007 (по данным R. M. L. Barros, 2007)**

Атлет	Результат (м)	Скорость перед постановкой ноги на отталкивание (м/с)	Горизонтальная скорость вылета (м/с)	Вертикальная скорость вылета (м/с)
№ 1	8,53	10,15	8,66	3,79
№ 2	7,70	9,41	8,19	3,80
№ 3	7,40	9,37	7,99	3,81
№ 4	7,38	9,80	8,45	3,43

Таблица 2

**Характеристики отталкивания в прыжках в длину на совмещенных соревнованиях
чемпионата и первенства ЮФО среди спортсменов разной квалификации
(по данным О. Б. Немцева с соавт., 2014)**

Кинематический показатель	Группа А (I разряд, КМС) (6,87 ± 0,30 м)*	Группа В (II — \$ 5II разряд) (5,96 ± 0,43 м)*	F (p)
Результирующая скорость вылета, м/с	8,78±0,30	8,11±0,46	18,23 (< 0,001)
Горизонтальная скорость вылета, м/с	8,10±0,24	7,57±0,43	14,16 (< 0,01)
Вертикальная скорость вылета, м/с	3,34±0,54	2,87±0,41	6,08 (< 0,05)
Угол отталкивания (°)	22,3±2,8	20,3±2,6	3,71 (> 0,05)
Время отталкивания (с)	0,130±0,009	0,146±0,012	14,51 (< 0,001)
Угол в коленном суставе при постановке ноги (°)	168,9±3,3	163,2±4,8	11,64 (< 0,01)
Высота ОЦМТ в момент отрыва ноги (м)	1,196±0,042	1,150±0,044	6,87 (< 0,05)

* Здесь и далее — результат, измеренный от непосредственного места отталкивания

Данные таблицы подтверждают, что повышение результата связано с ростом результирующей скорости вылета и её составляющих. Кроме того, с ростом мастерства достоверно уменьшается время «стояния на опоре» (у А. Менькова в прыжке на 8,56 м этот показатель составил 0,110 с [8, с. 9]) и возрастает высота общего центра массы тела (ОЦМТ) при окончании отталкивания. Установлено, что спортсмены более высокого класса на брусок ставят более выпрямленную в коленном суставе ногу. Угол вылета у квалифицированных спортсменов незначительно больше, чем у менее опытных, как и расстояние от точки касания стопы на отталкивании до проекции ОЦМТ на дорожку.

Проведённые исследования [5, с. 37–38] также дают возможность сравнить особенности женской и мужской техник отталкивания. Для этого необходимо сравнить данные таблицы 2 с результатами, приведёнными в таблице 3.

Сравнение показателей в двух таблицах даёт основание утверждать, что у женщин, как и у мужчин, улучшение результата также связано с повышением скорости выполнения прыжка (общей и её горизонтальной составляющей), а также с уменьшением времени «стояния на опоре» в фазе отталкивания. Угол вылета квалифицированных спортсменок после отталкивания также, в среднем, несколько больше, но достоверных различий в этом компоненте отталкивания специалистами не обнаруживается.

Однако прослеживаются и отличия. Заметной разницы в показателях вертикальной скорости вылета у спортсменок различной квалификации не обнаруживается, кроме того, высота ОЦМТ после окончания отталкивания также не имеет достоверной разницы. Нет достоверных отличий и при измерении угла в коленном суставе при постановке ноги на планку отталкивания, в то время как у мужчин величина угла в коленном су-

стве статистически значимо увеличивает- ся с ростом мастерства, достигая у квалифи-

цированных спортсменов величин 162–170° [8, с.11].

Таблица 3

Биомеханические показатели отталкивания в прыжках в длину у женщин, специализирующихся в прыжках, и у многоборков, выступавших на зимнем чемпионате и первенстве ЮФО РФ 2014 г. (по данным О. Б. Немцева с соавт., 2015)

Кинематический показатель	Группа А (I разряд, КМС) (5,85±0,24 м)	Группа В (II — \$ 5II разряд) (5,19 ± 0,24 м)	F (p)
Результирующая скорость вылета, м/с	7,81 ± 0,33	7,38 ± 0,27	10,37 (p < 0,01)
Горизонтальная скорость вылета, м/с	7,24 ± 0,25	6,89 ± 0,30	8,44 (p < 0,01)
Вертикальная скорость вылета, м/с	2,90 ± 0,36	2,62 ± 0,33	3,50 (p > 0,05)
Угол отталкивания (°)	21,8 ± 2,1	20,8 ± 2,8	0,82 (p > 0,05)
Время отталкивания (с)	0,127 ± 0,009	0,138 ± 0,009	7,60 (p < 0,05)
Угол в коленном суставе при постановке ноги (°)	167,3 ± 3,6	163,8 ± 4,8	3,70 (p > 0,05)
Высота ОЦМТ в момент отрыва ноги (м)	1,08 ± 0,04	1,10 ± 0,04	1,81 (p > 0,05)

Тем не менее сложный механизм прыжка, многокомпонентная биомеханическая структура отталкивания не позволяют выделить какой-либо из критериев оценки, назвав его главным. Так, в работе О. Б. Немцева с соавторов [3, с. 113–114] отмечается, что спортсмены-многоборцы, выполнявшие в рамках соревнования по многоборью прыжок в длину, предпочитают прыгать на «контролируемой» скорости, пытаются увеличить результат за счёт более мощно-

го отталкивания, что наглядно демонстрирует рисунок 1, на котором проиллюстрирована траектория движения ОЦМТ одного из спортсменов.

Так, подбежав к месту отталкивания в лучшей попытке на более низкой скорости, чем в худшей (9,79 и 10,03 м/с соответственно), спортсмен, тем не менее, за счёт активной работы непосредственно во время отталкивания добился лучшего результата.

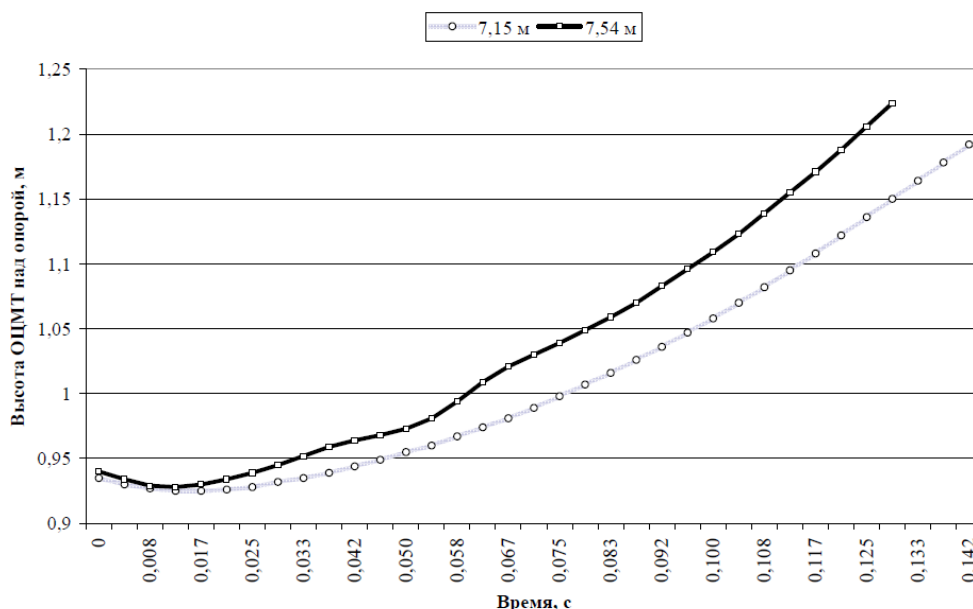


Рис. 1. Высота ОЦМТ над опорой в лучшей и худшей попытке в прыжках в длину на зимнем чемпионате ЮФО РФ 2014 г. у И. Шкурёнова (по данным О. Б. Немцева с соавт., 2015)

Интересно, что достижение более высокого результата за счёт более активной работы мышц во время отталкивания замечено

и в другом исследовании [6, с. 544], данные которого представлены на рисунке 2.

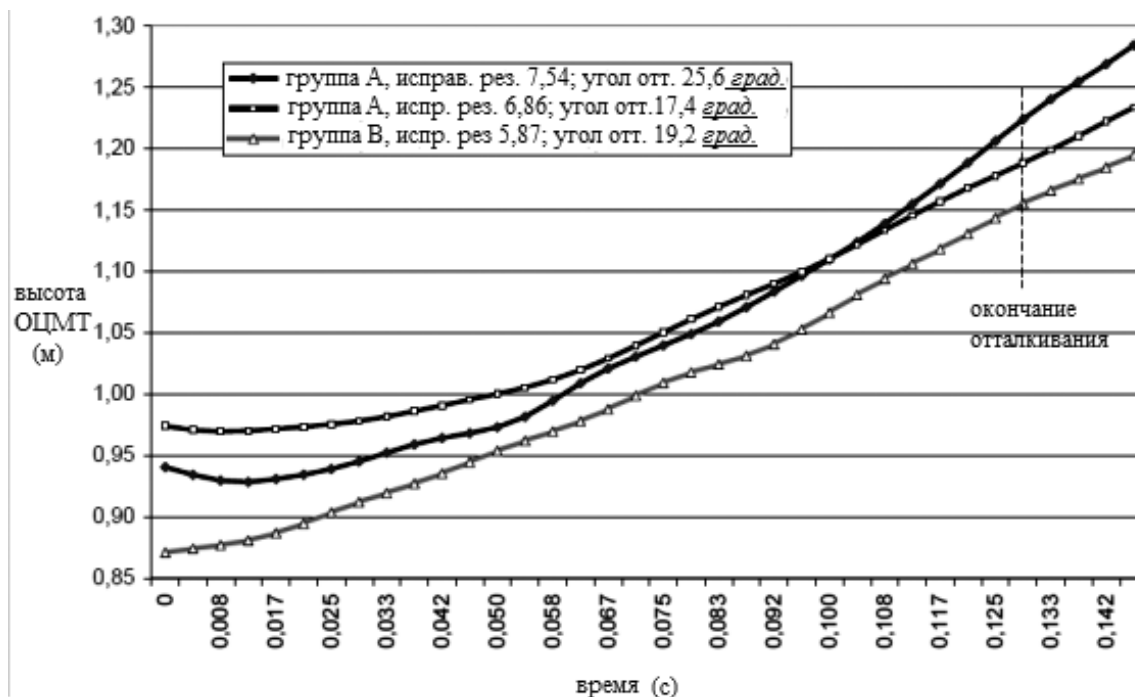


Рис. 2. Высота ОЦМТ спортсменов групп «А» и «В» во время фазы отталкивания (по данным О. Б. Немцева с соавт., 2014)

Следует учитывать, что фрагментарные исследования и малое число испытуемых, принимавших участие в исследованиях, не всегда дают основания рассматривать результаты как абсолютные [5, с. 37]. Так, если для коэффициента корреляции 0,96 зависимости между углом отталкивания и вертикальной скоростью ОЦМТ у спортсменок группы «А» 95% доверительный интервал составляет от 0,84 до 0,99 (иными словами, взаимосвязь названных показателей в генеральной совокупности с большой долей вероятности останется сильной), то такой же доверительный интервал коэффициента корреляции 0,65 зависимости между показателями горизонтальной и вертикальной скоростями отталкивания в этой же группе спортсменок составляет от 0,03 до 0,91 (иными словами, в генеральной совокупности изучаемая зависимость может быть как сильной, так и практически отсутствовать).

Это не позволяет однозначно распространять обнаруженные зависимости на генеральные совокупности спортсменок соответствующей квалификации и обуславливает значимость будущих исследований в этом направлении. Так, имеются сведения об уменьшении времени опоры в отталкивании при увеличении длины разбега и, соответственно,

увеличении горизонтальной скорости ОЦМТ [7, с. 679; 10, с. 891–895]. Если в одном случае [10, с. 891–895] авторы показывают, что положение опорной ноги и её сегментов в момент касания опоры при увеличении длины разбега не изменяется, то в другом [7, с. 679] отмечается достоверное увеличение угла в коленном суставе и величины сгибания коленного сустава за время опоры, а также расстояния от горизонтальной проекции ОЦМТ до пятки опорной ноги в момент касания опоры при увеличении длины разбега (и горизонтальной скорости ОЦМТ). Зависимости горизонтальной и вертикальной составляющих скорости отталкивания, а также угла отталкивания разными исследователями описываются по-разному.

Всё изложенное выше даёт основание сделать следующие выводы:

1. В процессе многолетних исследований техники прыжка в длину определены наиболее значимые для результата компоненты, это прежде всего скорость подбегания к отталкиванию и способность её использовать (результатирующая скорость вылета и горизонтальная скорость вылета после отталкивания). Кроме того, на результат заметно влияют время отталкивания, угол в коленном суставе в момент постановке ноги на отталкивание и, в ка-

кой-то мере вертикальная скорость, набираемая спортсменом за время отталкивания;

2. Значимость биомеханических характеристик прыжка в мужском и женском его исполнении при ряде общих закономерностей всё же неодинакова;

3. Сложная структура техники прыжка в длину позволяет спортсмену в какой-то мере компенсировать неточности технического исполнения большими физическими усилиями для достижения результата, и, наоборот, недостатка специальной физической подготовки

лучшим использованием имеющихся технических возможностей (в частности, использовать большую горизонтальную скорость на отталкивании для компенсации недостатка вертикальной, и наоборот);

4. При большом количестве фрагментарных исследований техники прыжка в длину, серьёзных долговременных исследований биомеханических показателей на репрезентативном контингенте атлетов в этом виде лёгкой атлетики на основе новейшей измерительной техники всё же недостаточно.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Косихин В. П. Инновационные технологии в легкоатлетических прыжках // Материалы II Международной научно-практической конференции, посвященной 40-летию Поволжской государственной академии физической культуры, спорта и туризма. 2014. С. 412–414.

2. Сорокин С. А., Аршинник В. А., Мартынова С. П., Олин В. Н. Разбег как один из ключевых факторов, определяющих результат в горизонтальных прыжках // Ученые записки университета имени П. Ф. Лесгафта. 2018. № 11 (165). С. 329–336.

3. Немцев О. Б., Немцева Н. А., Козлов И. С., Доронин А. М., Шубин М. С. Биомеханический анализ отталкивания в лучших и худших попытках в соревнованиях по прыжкам в длину у многоборцев // Ученые записки университета имени П. Ф. Лесгафта. 2015. № 8 (126). С. 110–114.

4. Немцев О. Б., Немцева Н. А., Доронин А. М., Шубин М. С., Кучеренко Ю. О. Зависимости показателей техники отталкивания и спортивного результата у неэлитных прыгунов в длину // Ученые записки университета имени П. Ф. Лесгафта. 2014. № 8 (114). С. 137–142.

5. Немцев О. Б., Немцева Н. А., Суханов С. М., Лыткин А. В., Парфёнова С. О. Особенности техники отталкивания прыгунов в длину различной квалификации // Теория и практика физической культуры. 2015. № 1. С. 36–38.

6. Differences in long jump takeoff techniques among combined events athletes of various qualifications / O. Nemtsev, N. Nemtseva, M. Shubin, S. Sorokin // Proceedings of the 32nd International Conference on Biomechanics in Sports. 2014. Johnson City, TN, US. P. 543–546. URL: <https://ojs.ub.uni-konstanz.de/cpa/article/view/6067/5547> (дата обращения: 10.08.2019).

7. Features of takeoff phase in long jumps with various run-up lengths / O. Nemtsev, A. Doronin, N. Nemtseva, S. Sukhanov, M. Shubin // Proceedings of the 32nd International Conference on Biomechanics in Sports. 2014. Johnson City, TN, US. P. 677–680. URL: <https://ojs.ub.uni-konstanz.de/cpa/article/view/6066/5546> (дата обращения: 10.08.2019).

8. Аракелян Е., Мнухина О., Михайлова О., Тюпа Я., Красавцев П. Золотой прыжок Александра Менькова. Биомеханический анализ // Лёгкая атлетика. 2015. № 7–8.

9. Barros R. M. L., Mercadante L. A., Lara J. P., Sakalauskas C. B., Prudêncio M., Cunha S. A., ... Misuta M. S. (2007). A 3D kinematical analysis of long jump in the “Gold Meeting Rio of Athletics 2007”. Proceedings of 25th ISBS Symposium (pp. 487–490). Ouro Preto, Brazil.

10. Bridgett, L. A., Linthorne N. P. Changes in long jump takeoff technique with increasing grunup speed // Journal of Sports Sciences. 2006. V. 24. Issue 8. P. 889–897.

REFERENCES

1. Kosikhin V. P. Innovatsionnye tekhnologii v legkoatleticheskikh pryzhkakh // Materialy II Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, posviashchennoi 40-letiiu Povolzhskoi gosudarstvennoi akademii fizicheskoi kul'tury, sporta i turizma. 2014. S. 412–414 (in Russian).
2. Sorokin S. A., Arshinnik S. P., V. A. Martynova, Olin V. N. Razbeg kak odin iz kliuchevykh faktorov, opredeliaiushchikh rezul'tat v gorizonta'nykh pryzhkakh // Uchenye zapiski universiteta imeni P. F. Lesgafta. 2018. № 11 (165). S. 329–336 (in Russian).
3. Nemtsev O. B., Nemtseva N. A., Kozlov I. S., Doronin A. M., Shubin M. S. Biomekhanicheskii analiz ottalkivaniia v luchshikh i khudshikh popytkakh v sorevnovaniiax po pryzhkam v dlinu u mnogobortsev // Uchenye zapiski universiteta imeni P. F. Lesgafta. 2015. № 8 (126). S. 110–114 (in Russian).
4. Nemtsev O. B., Nemtseva N. A., Doronin A. M., Shubin M. S., Kucherenko Iu. O. Zavisimosti pokazatelei tekhniki ottalkivaniia i sportivnogo rezul'tata u neelitnykh prygunov v dlinu // Uchenye zapiski universiteta imeni P. F. Lesgafta. 2014. № 8 (114). S. 137–142.
5. Nemtsev O. B., Nemtseva N. A., Sukhanov S. M., Lytkin A. V., Parfenova S. O. Osobennosti tekhniki ottalkivaniia prygunii v dlinu razlichnoi kvalifikatsii // Teoriia i praktika fizicheskoi kul'tury. 2015. № 1. S. 36–38 (in Russian).
6. Differences in long jump takeoff techniques among combined events athletes of various qualifications / O. Nemtsev, N. Nemtseva, M. Shubin, S. Sorokin // Proceedings of the 32nd International Conference on Biomechanics in Sports. 2014. Johnson City, TN, US. P. 543–546. URL: <https://ojs.ub.uni-konstanz.de/cpa/article/view/6067/5547>. (data obrashcheniia: 10.08.2019).
7. Features of takeoff phase in long jumps with various run-up lengths / O. Nemtsev, A. Doronin, N. Nemtseva, S. Sukhanov, M. Shubin // Proceedings of the 32nd International Conference on Biomechanics in Sports. 2014. Johnson City, TN, US. P. 677–680. URL: <https://ojs.ub.uni-konstanz.de/cpa/article/view/6066/5546>. (data obrashcheniia: 10.08.2019).
8. Arakelian E., Mnukhina O., Mikhailova O., Tiupa Ia., Krasavtsev P. Zolotoi pryzhok Aleksandra Men'kova. Biomekhanicheskii analiz // Legkaia atletika. 2015. № 7–8. S. 9–12.
9. Barros R. M. L., Mercadante L. A., Lara J. P., Sakalauskas C. B., Prudêncio M., Cunha S. A., Misuta M. S. (2007). A 3D kinematical analysis of long jump in the “Gold Meeting Rio of Athletics 2007”. Proceedings of 25th ISBS Symposium (pp. 487–490). Ouro Preto, Brazil.
10. Bridgett, L. A. Changes in long jump takeoff technique with increasing grunup speed / L. A. Bridgett, N. P. Linthorne // Journal of Sports Sciences. 2006. V. 24. Issue 8. P. 889–897.