

ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ ФИНАЛЬНОГО РАЗГОНА В МЕТАНИИ КОПЬЯ



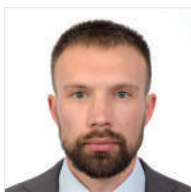
Позюбанов Э.П.

канд. пед. наук, доцент,
Белорусский
государственный
университет
физической культуры



Го Вэнь Сюэ

магистр пед. наук,
Белорусский
государственный
университет
физической культуры



Терлюкевич А.И.

магистр пед. наук,
Белорусский
государственный
университет
физической культуры

В статье рассмотрены некоторые варианты построения финального разгона в метании копья исполнителями высокой квалификации. Не все из них характеризуются рациональным использованием специфического двигательного потенциала, но технические особенности реализации системы двигательных действий элитными спортсменами всегда актуальны для специалистов, занимающихся как практическими, так и теоретическими вопросами формирования этого легкоатлетического упражнения. Их аналитическое рассмотрение во многих случаях позволяет найти оптимальное решение проблемы индивидуального совершенствования наиболее сложного элемента техники метания копья спортсменами различного уровня подготовленности.

Ключевые слова: метание копья; финальный разгон; одноопорная и двухопорная фазы; кинематические характеристики; биомеханизм.

FEATURES OF FINAL ACCELERATION IN JAVELIN THROWING

The article considers some options for the final acceleration modeling in javelin throwing by high-skill performers. Not all of them are characterized by the rational use of specific motor potential, but the technical features of the system of motor actions implementation by elite athletes are always relevant for specialists involved in both practical and theoretical issues of this athletic exercise formation. Their analytical consideration in many cases makes it possible to find an optimal solution to the problem of individual improvement of the most complex element in the javelin throwing technique by athletes of various levels of preparation.

Keywords: javelin throwing; final acceleration; single-support and double-support phases; kinematic characteristics; biomechanism.

Введение. Система двигательных операций, определяющая качественный и количественный уровень базовых показателей финального разгона в метании копья, уже долгое время находится в центре профессионального внимания специалистов, занимающихся как теоретическими, так и прикладными вопросами оптимизации этого технического элемента [1–3]. Подобное отношение к изучению конструкции заключительной фазы в рассматриваемом виде легкоатлетических метаний вызвано ее функциональной значимостью, вкладом в формирование начальной скорости вылета спортивного снаряда, который, согласно данным различных авторов, составляет в среднем около 85 % [4, 5]. С учетом кратковременности этого процесса, общая продолжительность которого варьирует у метателей различной квалификации в пределах 300–400 миллисекунд, а его активная часть – 130–140 миллисекунд, технические требования к его построению весьма высоки, поскольку здесь исключается текущая коррекция двигательных отклонений в реализации двигательных операций [6].

Следует отметить также, что развертывание системы двигательных действий финального разгона

в метании копья происходит на фоне высокой предварительной скорости движения системы «метатель – снаряд», составляющей у высококвалифицированных спортсменов около 7,5 м/с [6]. Это, в свою очередь, становится причиной формирования очень сложного и значительного по величине силового поля, неучтенные инерционные и реактивные компоненты которого очень часто вызывают существенные отклонения от рациональной модели кинематики и динамики соревновательного упражнения. Подобные негативные явления свидетельствуют о построении важнейшего элемента техники метания копья с нарушением конструкции основных биомеханизмов, определяющих преобразование различных источников энергии в конечный результат спортивного двигательного действия [7, 8]. Теория биомеханизмов, достаточно активно разрабатываемая в последнее время, рассматривает технику любого соревновательного упражнения как систему последовательного и параллельного использования последних, направленную на оптимальное решение специализированной двигательной задачи [9]. Подобный подход к аналитическому рассмотрению и оценке конструктивных особенностей различных

технических элементов позволяет не только выявить имеющиеся ошибки в их исполнении, но и показать биомеханическую основу подобных отклонений, что в дальнейшем способствует повышению качества решения педагогических задач.

Методика. Предметом исследования в конкретном случае явились особенности реализации основного биомеханизма финального разгона в метании копья, рассмотренные на примере выполнения высококвалифицированными спортсменами соревновательных бросков максимальной дальности. Материалы получены на основании данных скоростной видеосъемки (300 и 250 к/с) и в дальнейшем обработаны с помощью компьютерной программы Kinovea. Пространственные и временные показатели разворачивания исследуемого процесса отражают конструктивные особенности реализации финального разгона сильнейшими метателями копья Республики Беларусь А. Котковцом (85,10 м) и П. Мелешко (83,90 м), а также чемпионом мира Й. Веттером (90,38 м).

Основная часть. Анализ временных показателей как общей продолжительности финального разгона, так и его отдельных фаз и элементов у элитных метателей показал наличие определенной вариативности их параметров (таблица 1).

Таблица 1. – Временные показатели различных фаз финального разгона

Участники	Время финального разгона, мс	Время одноопорной фазы, мс	Время двухопорной фазы, мс	Время рывка*, мс	Результат, м
Й. Веттер	347	227	120	47	90,38
А. Котковец	340	220	120	40	85,10
П. Мелешко	288	154	132	52	83,90
Финалисты ЧМ-2017	320	194	126		87,01 Средний

Примечание: время рывка – продолжительность движения от позы спортсменов на рисунке 4 до выпуска снаряда.

Таблица 2. – Временные особенности выполнения двухопорной фазы финального разгона в метании копья спортсменами различной квалификации

Метатели копья	Время, с			Ритмовый коэффициент
	t,1	t,2	t,3	
Мужчины, 75–82 м	0,131 100 %	0,088 67,2 %	0,043 32,8 %	0,49
Мужчины, 60–65 м	0,161 100 %	0,120 74,5 %	0,041 25,5 %	0,32
Женщины, 50–55 м	0,142 100 %	0,088 62,0 %	0,054 38,0 %	
Девушки, 32–36 м	0,196	не зафиксировано	не зафиксировано	
Юноши, 50–55 м Вес копья 700 г	0,139 100 %	0,082 59,0 %	0,057 41,0 %	
Й. Веттер	0,120 100 %	0,073 60,8 %	0,047 39,2 %	0,64
А. Котковец	0,120 100 %	0,072 60,0 %	0,048 40,0 %	0,66
П. Мелешко	0,132 100 %	0,068 51,5 %	0,064 48,5 %	0,94

Примечания: t,1 – общее время двухопорной фазы, t,2 – время от постановки левой ноги до остановки левого плеча, t,3 – время от остановки левого плеча до выпуска снаряда; ритмовый коэффициент – $t_3:t_2$.

Общая длительность исполнения финального разгона характеризуется достаточно значительной вариативностью: размах между минимальным и максимальным значениями достигает 59 мс. Следует отметить, что это вполне закономерное явление, так как, например, подобный показатель у финалистов ЧМ 2017 года составляет 119 мс. При этом состав участников основных соревнований (12 метателей) фактически подразделяется на две разнородные группы, одна из которых характеризуется пограничными значениями длительности рассматриваемого действия в 274–313 мс, а другая – 353–390 мс, что свидетельствует о наличии разных вариантов ритмо-темпового исполнения заключительного элемента. Как видно из таблицы 1, ведущую роль в формировании вариативности временных границ целостного двигательного акта играет продолжительность одноопорной фазы. Размах колебаний между максимальным и минимальным параметрами времени выполнения данного элемента характеризуется 73 мс, тогда как соответствующий показатель вариативности двухопорного разгона составляет всего лишь 16 мс. Таким образом, временные рамки наиболее активного, двухопорного элемента финального разгона достаточно жестко ограничены спецификой соревновательной деятельности этого вида метаний и не превышают 0,110–0,140 мс. По своей сути данный временной интервал является модельной характеристикой, детерминирующей скоростные способности будущих метателей копья, о чем свидетельствуют и показатели реализации «рывкового» движения (таблицы 1 и 2).

Данные таблицы 2 отражают временную структуру двухопорной фазы финального разгона в метании копья с позиции формирования ключевой конструкции специфического биомеханизма этой части упражнения, играющего ведущую роль в преобра-

зовании кинетической энергии предварительного разгона системы «метатель – снаряд» в энергию разгона снаряда. Речь идет о механизме последовательного разгона и торможения основных двигательных звеньев спортсмена, оптимальное функционирование которого приводит к передаче количества движения с нижних звеньев на вышеразположенные, вследствие чего происходит повышение скорости перемещения последних [10, 11]. Схематически и графически этот процесс представлен на рисунке 1. Следует обратить внимание на тот факт, что процесс торможения фиксируемой точки определенного сустава происходит не мгновенно, а в течение определенного времени, и в связи с этим достаточно сложно выделить граничные позы метателя, которые четко характеризуют изменение направления действующих сил. Это, в свою очередь, может сказываться и на точности временных параметров, отражающих протекание разнонаправленных процессов.

С этой целью выделена поза метателя копья, соответствующая моменту остановки левого плечевого сустава, точнее, началу его активного торможения. В целом она весьма схожа с положением спортсменов, представленным на рисунке 4. В этой позиции начинает проявляться максимальная активность специфических мышц правого плечевого сустава и метательной руки, то есть происходит включение иного биомеханизма разгона снаряда. Количественные данные свидетельствуют, что создание предварительных условий для рационального включения рабочей конечности в активный разгон снаряда занимает у высококвалифицированных метателей от 52 до 61 % общего времени заключительного действия (таблица 2). В группах менее квалифицированных спортсменов этот показатель последовательно увеличивается до 74 %, что аргументируется более низким уровнем их технической и специальной физической подготовленности. Следует обратить внимание на тот факт, что в группе девушек низкой квалификации не удалось зафиксировать процесс торможения левого плечевого сустава. Следовательно, за-

ключительное движение рабочей конечности у этой категории спортсменок происходило на базе значительного перемещения нижерасположенных двигательных звеньев, что свидетельствует о негативной конструкции рассматриваемого биомеханизма.

Таким образом, несмотря на практически идентичные величины времени рывкового движения у всех представителей мужского метания копья, в межгрупповом сравнении ритмовая характеристика целостного двигательного действия, выраженная через отношение времени «рывка» к соответствующему показателю предварительного движения, имеет тенденцию к снижению у менее квалифицированных спортсменов. Внутригрупповые же различия отражают индивидуальные особенности структурного построения различных элементов финального разгона (таблица 2).

Как уже было отмечено ранее, отличительной чертой современных метателей копья является значительная скорость их предварительного разгона, функциональная задача которого состоит в создании оптимальной величины количества движения системы «метатель – снаряд», способной утилизироваться спортсменом в заключительной фазе. С целью минимизации потерь импульса рассматриваемой системы, формирование начальной позиции финального разгона у спортсменов высокой квалификации происходит при значительных углах постановки опорной ноги на поверхность дорожки, что способствует снижению уровня горизонтальной составляющей реакции опоры, направленной против вектора скорости перемещения метателя со снарядом. В рассматриваемых бросках величина данного угла варьирует в районе 72° (рисунок 2), позитивную роль при этом играет также практически вертикальная постановка голени правой ноги на опору. Подобная конструкция опорного звена, когда угол сгибания коленного сустава составляет около $140\text{--}150^\circ$, позволяет за счет быстрой амортизации в голеностопном и коленном суставах вывести проекцию ОЦМТ за площадь опоры правой ноги и минимизировать потери горизонтальной скорости системы. Отличительной же особенностью

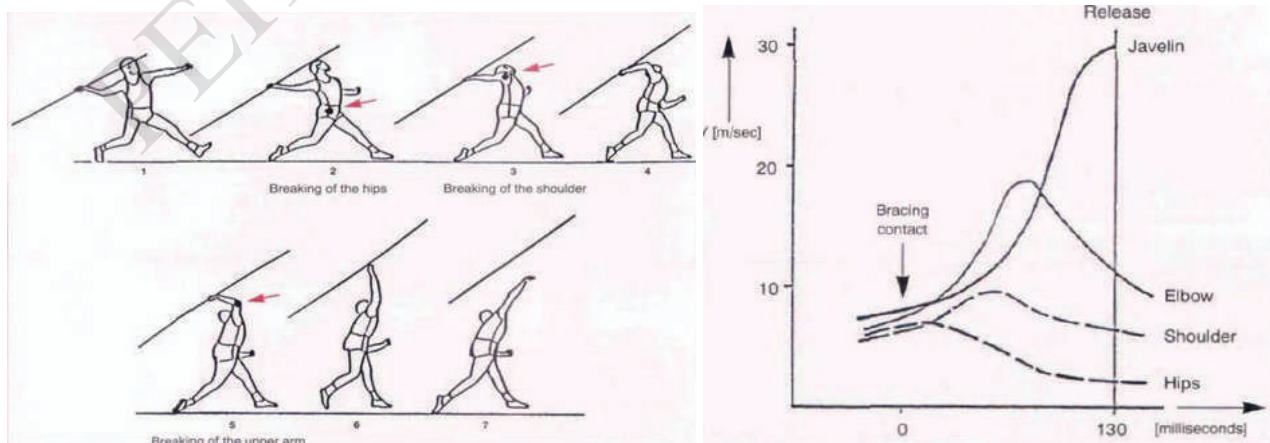


Рисунок 1. – Схема последовательного разгона и торможения двигательных звеньев в двухопорной фазе финального разгона в метании копья [11]

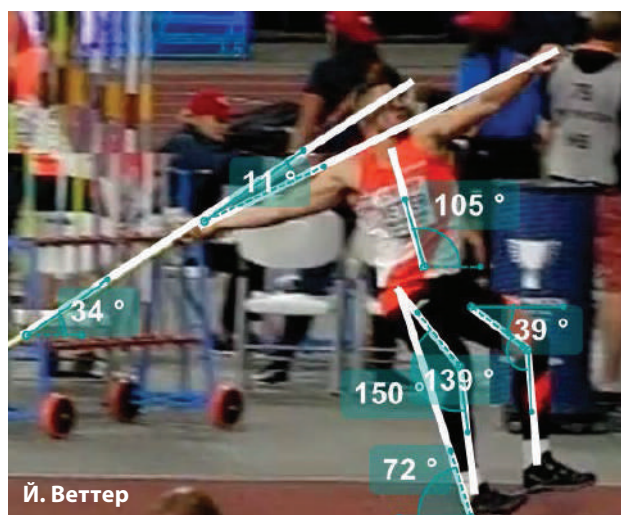
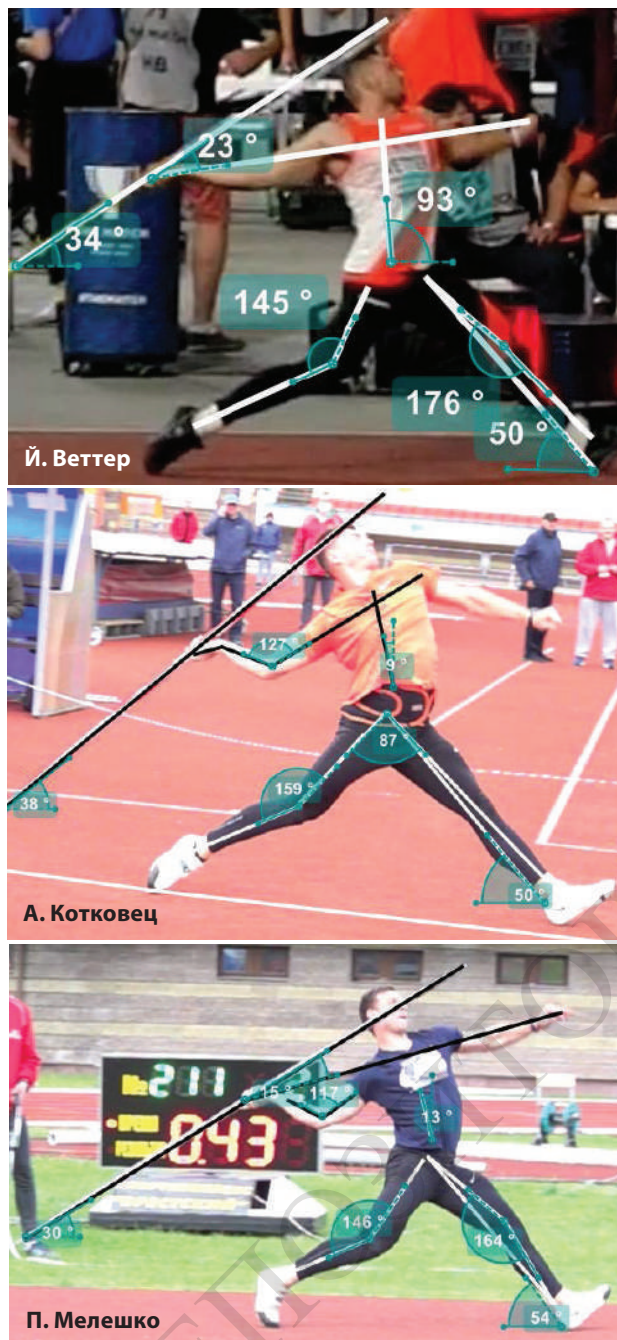


Рисунок 2. – Момент начала одноопорной фазы финального разгона

исполнения этого элемента рассматриваемыми метателями является характер их первичного контакта с поверхностью дорожки: белорусские спортсмены реализуют его посредством постановки стопы на ее переднюю часть, а Й. Веттер – с пятки. В дальнейшем это в большей степени отражается на длительности построения одноопорной фазы (таблица 1) и в меньшей – на длине последнего шага (Й. Веттер – 1,72 м, А. Котковец – 1,80 м, П. Мелешко – 1,44 м).

Сравнение конструкций двигательных звеньев метателей в момент постановки левой ноги на опору свидетельствует о более рациональной биомеханической позиции чемпиона мира по отношению к белорусским спортсменам (рисунок 3). Визуально и через сопоставление пространственных параметров это проявляется в практически вертикальном положении продольной оси его туловища, параллельном относительно поверхности дорожки, положении продольной оси плеч, незначительном сгибании правой руки в локтевом суставе. Однако главным преимуществом немецкого спортсмена, на наш взгляд, является создание уже в этот момент полноценных условий для торможения левого плечевого сустава, о чем свидетельствует в этой позиции полное приведение к туловищу левой согнутой руки, являющееся ключевым звеном в формировании данного действия. Таким образом, к моменту постановки левой ноги на опору Й. Веттер успевает сформировать жесткую ось «левая стопа – левое плечо» и создать условия для функционирования эффективного биомеханизма последовательного разгона и торможения двигательных звеньев. Позиция же левой руки белорусских метателей свидетельствует о незаконченности этого процесса, что, естественно, снижает качество разгона снаряда.

Последующее формирование условий для реализации важнейшего элемента финального разгона – «рывка», также демонстрирует биомеханическую предпочтительность двигательных действий чемпиона мира (рисунок 4). Угловой размах перемещения продольной оси туловища от постановки левой ноги на опору до позиции начала активной фазы у него составляет 9°, в то время как у А. Котковца этот показатель равен 30°, а у П. Мелешко – 29°. При этом важно учитывать, что наклон продольной оси в момент начала заключительного действия, свидетельствующий о качестве процесса торможения левого плечевого сустава, соответственно составляет 6°, 21° и 15°. Следует отметить, что значительному наклону туловища А. Котковца способствуют два серьезных отклонения от рациональной модели реализации двухопорной фазы финального разгона в метании копья. Первое выражается в потере контакта правой ноги с опорой, которая происходит уже спустя 52 мс после постановки левой ноги на дорожку. Это приводит к началу функционирования биомеханизма перевернутого маятника, поскольку ОЦМТ спортсмена по инерции начинает вращаться вокруг точки



**Рисунок 3. – Момент начала двухопорной фазы
финального разгона**

опоры. С целью минимизации этого процесса происходит сгибание опорной ноги в коленном суставе, что усиливает поступательное движение всей системы и снижает качество формирования элементов динамической осанки в коленном и тазобедренном суставах левой ноги, определяющих эффективность процессов передачи количества движения с нижних звеньев на верхние.

В отличие от А. Котковца, Й. Веттер и П. Мелешко сохраняют в этот период двухопорное положение, однако выделенная поза чемпиона мира характеризуется более эффективным взаимодействием с поверхностью дорожки за счет полностью выпрямленной левой ноги и контактом с опорой тыльной

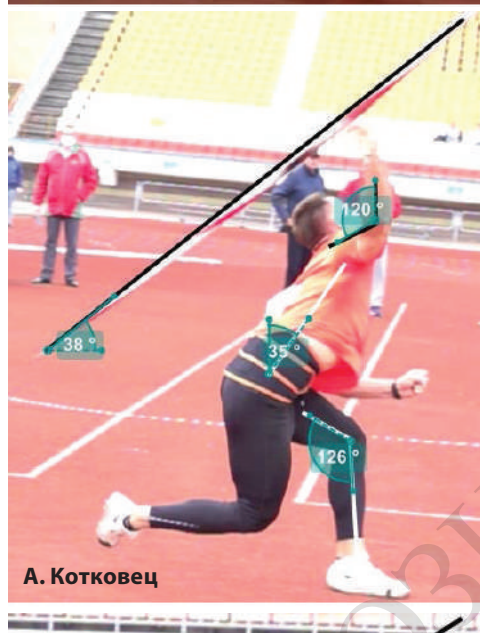
стороны правой стопы, в то время как у П. Мелешко наблюдается определенное сгибание левой ноги в коленном суставе и вертикальное расположение правой стопы на опоре (рисунок 4). В совокупности это несколько снижает эффективность процесса торможения двигательных звеньев, что и проявляется в более значительном наклоне туловища вперед.



Рисунок 4. – Момент начала «рывка»



Й. Веттер



А. Котковец



П. Мелешко

Рисунок 5. – Момент выпуска снаряда

Конструкция двигательных звеньев немецкого метателя в момент выпуска снаряда характеризуется сохранением пространственного взаиморасположения стоп на поверхности дорожки, о чем свидетельствует угол между продольными осями бедер левой и правой ноги (рисунки 4 и 5). При этом угловой показатель перемещения правого тазобедренного сустава с момента начала рывкового движения составляет у него около 18° , а продольной оси туловища – 30° . Соответствующие показатели П. Мелешко – 21° и 55° , а А. Котковца – 20° и 44° . Но последнего в данный момент характеризует значительное сгибание левой ноги в коленном суставе (рисунок 5), которое явилось следствием некачественной организации начальных условий упора.

Заключение. Пространственные и временные характеристики построения скоростных баллистических двигательных действий, полученные с помощью скоростной видеосъемки (250, 500 к/с), способствуют объективному рассмотрению процесса формирования их важнейших биомеханизмов. Подобный аналитический подход позволяет определить имеющиеся технические отклонения с позиции основных биомеханических закономерностей, определяющих количественные и качественные аспекты построения рассматриваемого соревновательного упражнения. В связи с этим белорусским метателям копья, имеющим высокий уровень специальной двигательной подготовленности, достаточно успешно реализованный ими в соревновательный результат, необходима индивидуализированная реконструкция структуры двухопорной фазы финального разгона с целью ее максимального соответствия требованиям функционирования биомеханизма последовательного разгона и торможения двигательных звеньев. Положительное решение этой проблемы будет способствовать не только повышению спортивного результата, но и снижению степени травматизма опорно-двигательного аппарата.

ЛИТЕРАТУРА

1. Донской, Д. Д. Биомеханика : учеб. для ин-тов физ. культуры / Д. Д. Донской, В. М. Зацюрский. – М. : Физкультура и спорт, 1979. – 264 с.
2. Матвеев, Е. Н. Метание копья / Е. Н. Матвеев // Легкая атлетика : учеб. для ин-тов физ. культуры ; под ред. Н. Г. Озолина, В. И. Воронкина, Ю. Н. Примакова. – 4-е изд., доп. и перераб. – М. : Физкультура и спорт, 1989. – С. 522–549.
3. Биомеханический синтез элементов подготовительной фазы финального разгона в метании копья / Э. П. Позюбанов [и др.] // Вісник Чернігівського нац. пед. ун-та ім. Т. Г. Шевченка. – Вип. 112. Т 3.
4. Тутевич, В. Н. Теория спортивных метаний / В. Н. Тутевич. – М. : Физкультура и спорт, 1970. – 312 с.
5. Скрипниченко, И. Н. Метание копья / И. Н. Скрипниченко. – Белгород, 2001. – 136 с.
6. Бернштейн, Н. А. Физиология движений и активность / Н. А. Бернштейн ; под ред. О. Г. Гозенко. – М. : Наука, 1990. – 494 с.
7. Селуянов, В. Н. Основные механизмы отталкивания в прыжках в длину с разбега / В. Н. Селуянов, А. А. Шалманов // Теория и практика физической культуры. – 1983. – № 3. – С. 10–11.
8. Биомеханизмы как основа развития биомеханики движений человека (спорта) / В. Н. Селуянов [и др.] // Теория и практика физической культуры. – 1995. – № 7. – С. 6–10.
9. Селуянов, В. Н. Развитие методологических основ биомеханики / В. Н. Селуянов // Моделирование управления движениями человека / под ред. М. М. Шестакова и А. Н. Аверкина. – М. : СпортАкадемПресс, 2003. – 360 с.
10. Матвеев, Е. Н. Экспериментальное обоснование применения специальных упражнений для развития скоростно-силовых качеств у метателей копья : автореф. дис. ... канд. пед. наук / Е. Н. Матвеев. – М., 1967. – 21 с.
11. Tidow, G. Model technique analysis sheets – Part X: The javelin throw / G. Tidow. – New Studies in Athletics IAAF. – 1996. – № 1. – P. 45–62.

25.10.2021