

ПОЗЮБАНОВ Эдуард Петрович, канд. пед. наук, доцент

ГО Вэнь Сюэ

ГУСЕЙНОВ Даниил Истамович

Белорусский государственный университет физической культуры,

Минск, Республика Беларусь

ЛУКАШЕВИЧ Дмитрий Анатольевич

РИУП «Научно-технологический парк БНТУ «Политехник»

Минск, Республика Беларусь

СТРУКТУРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ БРОСКОВЫХ ДЕЙСТВИЙ

В статье рассмотрены особенности построения бросковых действий, выполненных одной рукой с места из различных исходных положений. Основное внимание в исследовании было сконцентрировано на формировании и взаимодействии кинематических механизмов, определяющих целевое содержание подобных перемещающих движений с разгоном спортивного снаряда. Конструктивные свойства специализированных двигательных проявлений всегда актуальны для специалистов, занимающихся как практическими, так и теоретическими вопросами построения рассматриваемого класса движений. Их аналитическое рассмотрение представляет возможность для повышения эффективности процесса обучения и совершенствования подобных двигательных действий.

Ключевые слова: метания; бросковые двигательные действия; кинематические механизмы; исходное положение; разгон и торможение; длина пути разгона снаряда; одноопорная и двухопорная фазы; кинематические характеристики; обучение; совершенствование.

STRUCTURAL ORGANIZATION OF THROWING ACTIONS

The article discusses the peculiarities of constructing throwing actions performed with one hand from various initial standing positions. The main attention in the study was focused on the formation and interaction of kinematic mechanisms that determine the target content of such moving movements with the sports projectile acceleration. The design properties of specialized motor manifestations are always relevant for specialists involved in both practical and theoretical issues of building the class of movements under consideration. Their analytical consideration represents an opportunity to improve the effectiveness of the learning process and the motor actions themselves.

Keywords: throwing; throwing motor actions; kinematic mechanisms; initial position; acceleration and braking; length of projectile acceleration path; single-support and double-support phases; kinematic characteristics; training; improvement.

Введение. Достаточно продолжительное изучение различных сторон построения и формирования бросковых и ударных движений, профессионально начатое еще в сороковых годах прошлого века, позволило к настоящему времени сформулировать ряд важных теоретических и практических положений реализации биомеханических принципов организации перемещающих двигательных действий [1–7]. Следует заметить, что сегодня к последним относят «принципы генерирования импульса и механической энергии, использования энергии упругой деформации мышечно-сухожильных структур, трансмиссии (передачи)

импульса, увеличения пути приложения силы, сохранения устойчивости, снижения линейного и вращательного импульса (замедление движения)» [8]. Естественно, что наличие специфических закономерностей структурной организации рассматриваемого класса двигательных координаций базируется на объективно существующих физических и биологических предпосылках, создающих условия для формирования специализированных систем кинематических и биологических механизмов, способных вырабатывать соответствующие реализационные свойства подводящих, специальных и соревновательных упражнений [1].

Вклад этих компонентов в целевое решение двигательной задачи в различных видах родственных действий может существенно отличаться, но важнейшим методическим условием формирования их организационной структуры является тот факт, что «она по основным, базовым механизмам реализации идентична и остается практически неизменной независимо от силы удара и дальности броска. Структурная схема сохраняется инвариантной как с поступательным, так и с вращательным разгоном снаряда или рабочего звена» [8]. Однако следует учитывать, что без учета своеобразия, индивидуальности двигательной структуры используемых моторных координаций сложно выстроить эффективный процесс причинно-следственных отношений между многочисленными тренировочными средствами, призванными решать целевую предназначенность их системного использования. Это возможно лишь в случае организации рациональной последовательности тренирующих воздействий, целесообразно формирующих должные качественные свойства рабочих механизмов соревновательного упражнения и определяющих его принципиальную основу построения [9].

С этих позиций основная задача педагога состоит в конструировании системы различных по своему характеру двигательных заданий, тренирующие свойства которых последовательно и рационально формируют общий проект соревновательного упражнения посредством установления его структурной организации, то есть органично вырабатывают у ученика основные механизмы реализации данной координации, отвечающие принципам ее построения. Причем на ранних этапах освоения двигательных действий важнейшей задачей становится вопрос осознания природы механизма и овладения приемами его управления. В последующем, освоив их, спортсмен может органично использовать данную конструкцию при

строительстве других родственных двигательных координаций [10].

В связи с этим особое внимание исследователей должно быть сконцентрировано на особенностях организации различных перемещающих двигательных действий, отражающих специфику конкретного подводящего, специально-го или соревновательного упражнения. Только в этом случае возможен полноценный положительный перенос требуемого характера структурных связей движения с одного координационного комплекса на другой. На это, в частности, указывает А. Шалманов [11], рассматривая свойства одного из важнейших кинематических механизмов бросковых движений, структурная основа которого базируется на последовательном увеличении максимума скоростей от проксимальных частей тела к дистальным. Повышение эффективности в работе данного двигательного комплекса он в значительной мере связывает не с увеличением скорости движения отдельных звеньев, что отражает принципиальную основу данной координации, а с установлением оптимального временного соотношения между максимумами их скоростей, то есть с их фазовым построением. Он также обращает внимание на тот факт, что формы проявления механизма «хлеста» в зависимости от цели и способа выполнения бросков и ударов практически остаются малоизученными. Более того, вопрос о том, является ли механизм «хлеста» основным и единственным способом достижения максимальной скорости рабочего звена тела в перемещающих действиях, требует дальнейшего изучения. С этих позиций цель нашей работы состояла в изучении как свойств, так и характера взаимодействия определенных кинематических механизмов в ряде однородных бросковых двигательных действий, используемых при формировании системы движений финального разгона в метании копья.

Методика. Теоретической основой настоящих исследований послужило использование метода выделения основных кинематических механизмов. Подобный подход базируется на их изучении в действиях, имеющих общую цель, но выполняемых в разных двигательных условиях. Основная предназначенность этого методического приема состоит в том, что варьирование, в нашем случае, исходным положением спортсмена, условиями и характером предварительного разгона системы «метатель-снаряд», изменяет значимость того или иного механизма, а это позволяет глубже изучить закономерности их проявления и способы реализации [11].

С целью выявления структурных и характеристических особенностей реализационных свойств различных видов бросковых упражнений в исследовании были рассмотрены три специализированные системы двигательных действий, целевая задача которых состояла в разгоне шаровидного отягощения весом 800 г, что соответствует параметру соревновательного снаряда в метании копья у мужчин. Все броски выполнялись одной рукой из следующих исходных положений: а) лицом в направлении броска, ноги параллельны (рисунок 1, а); б) лицом в направлении броска, вес тела на правой ноге, левая впереди (рисунок 1, б); левым боком по направлению броска, вес тела на правой ноге, левая впереди (рисунок 1, в).

Реализация всех разновидностей бросков происходила квалифицированными метателями с установкой на субмаксимальное проявление усилий с должным соответствием двигательных действий рациональной модели их исполнения.

Исследования проводились на базе научно-образовательного кластера «Интеллектуальные технологии в спорте» с использованием специального оборудования. Для регистрации пространственных, временных и пространственно-временных параметров движений

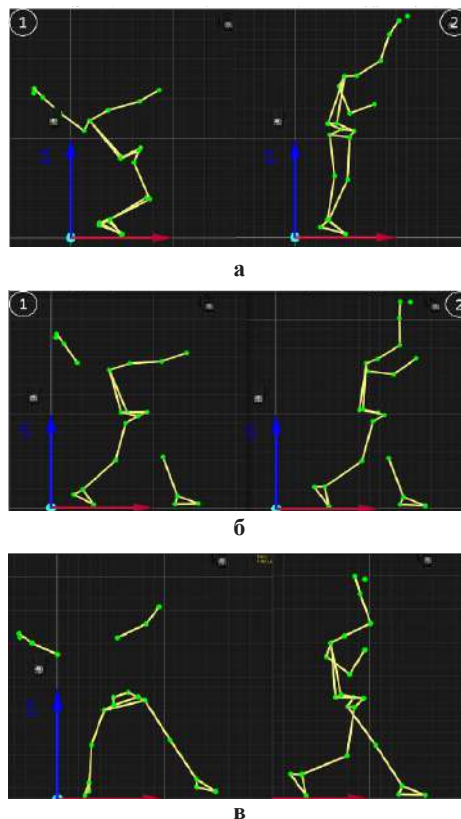


Рисунок 1. – Виды бросковых упражнений

спортсменов применялся аппаратно-программный комплекс (далее – АПК) Qualisys (Qualisys AB, Швеция), включающий в себя систему из 8 высокоскоростных камер (частота записи при проведении эксперимента – 170 кадров/сек) и светоотражающих маркеров, прикрепляемых к спортсмену и метательному снаряду (рисунок 2).

Перед проведением процедуры регистрации данных система камер была откалибрована. По результатам калибровки погрешность измерений составила не более 0,5 мм.

С помощью специализированного программного обеспечения Qualisys Track Manager (Qualisys AB, Швеция) выполнялась визуализация движений спортсменов при выполнении тестовых заданий и проводился расчет в ключевых моментах:

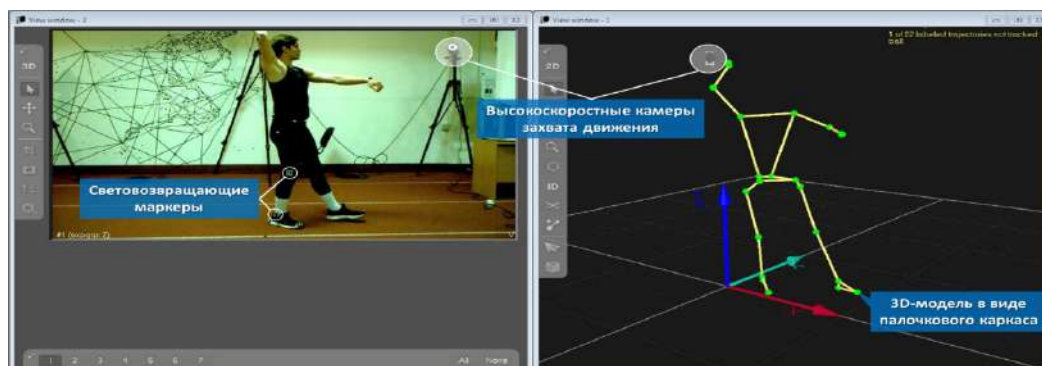


Рисунок 2. – АПК Qualisys для захвата движения при выполнении метательных упражнений

1) линейных скоростей маркеров, являющихся анатомическими ориентирами тазобедренного, коленного и локтевого суставов, а также маркера, расположенного на снаряде (V , м/с);

2) величины суставных углов (тазобедренного, коленного, голеностопного, плечевого; α , °).

В настоящем исследовании анализу подверглись наиболее качественные бросковые действия, в которых были получены максимальные показатели скорости вылета снаряда.

Основная часть. Качественный и количественный анализ броска с параллельных ног показывает, что разгон снаряда в нем происходит как за счет управляющих суставных движений, то есть непосредственной мышечной активности, так и через перераспределение энергии между сегментами тела. Общая продолжительность активного разгона снаряда в рассматриваемом варианте составила около 550 мс, но как показали исследования, в целом она не лимитирована и может варьировать в зависимости от целевой установки броска и конституционных особенностей испытуемого. Начальное перемещение системы «метатель-снаряд» в данном упражнении реализуется посредством разгибания ног в коленных суставах, угловая скорость которого в течение, примерно, 400 мс повышается с 10–15 до 270 град/с (рисунок 3,

нижний график). Подобная активность работы ног благодаря формированию элементов динамической осанки в тазобедренных суставах создает позитивное натяжение упругих структур вентрального мышечно-сухожильного комплекса тела спортсмена, повышая тем самым энергию упругой деформации специфических рабочих мышц. Наблюдалось, что в ряде случаев это движение практически сразу же сопровождалось и разгибанием в голеностопных суставах, скорость которых в данный период не превышала 20–25 град/с. Это свидетельствует о подключении к решению двигательной задачи механизма последовательного торможения двигательных звеньев, поскольку вектор угловой скорости данного сочленения направлен в обратном направлении [12].

Необходимо заметить, что эффективность выполнения упражнения в этой фазе повышают формирование жесткой фиксации тазобедренных суставов и более позднее включение в работу плечевого сустава метательной руки, так как именно эти условия позволяют обеспечить максимальный радиус разгона снаряда на его начальном участке. В свою очередь, активное сгибание правой руки в локтевом суставе существенно снижает момент инерции движущейся системы «метатель-снаряд» и также способствует повышению скорости ее перемещения. Кроме этого, высо-

кая скорость сгибания локтевого сустава, составляющая около двухсот градусов в секунду и достигнутая незадолго до выпуска снаряда, создает значительное натяжение мышц разгибателей этого сочленения, которое в дальнейшем эффективно используется при разгоне снаряда (рисунок 3, нижний график).

Максимальная двигательная активность заключительной фазы базируется,

ориентируясь на объективную количественную информацию, на кооперативном усилении работы нескольких механизмов. Во-первых, здесь наблюдается активное подключение к разгону снаряда кинематического механизма передачи импульса за счет значительного увеличения скорости разгибания голеностопного сустава, среднее значение которой в этот период составляет порядка 230 град/с. Следует

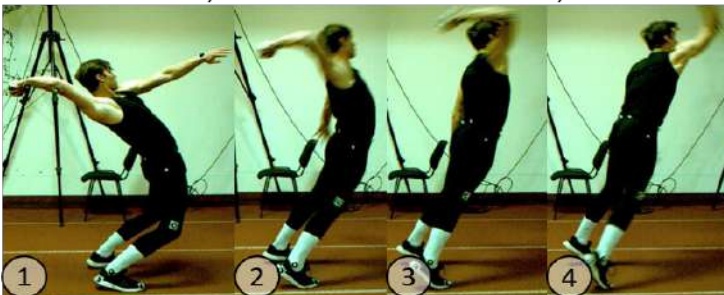
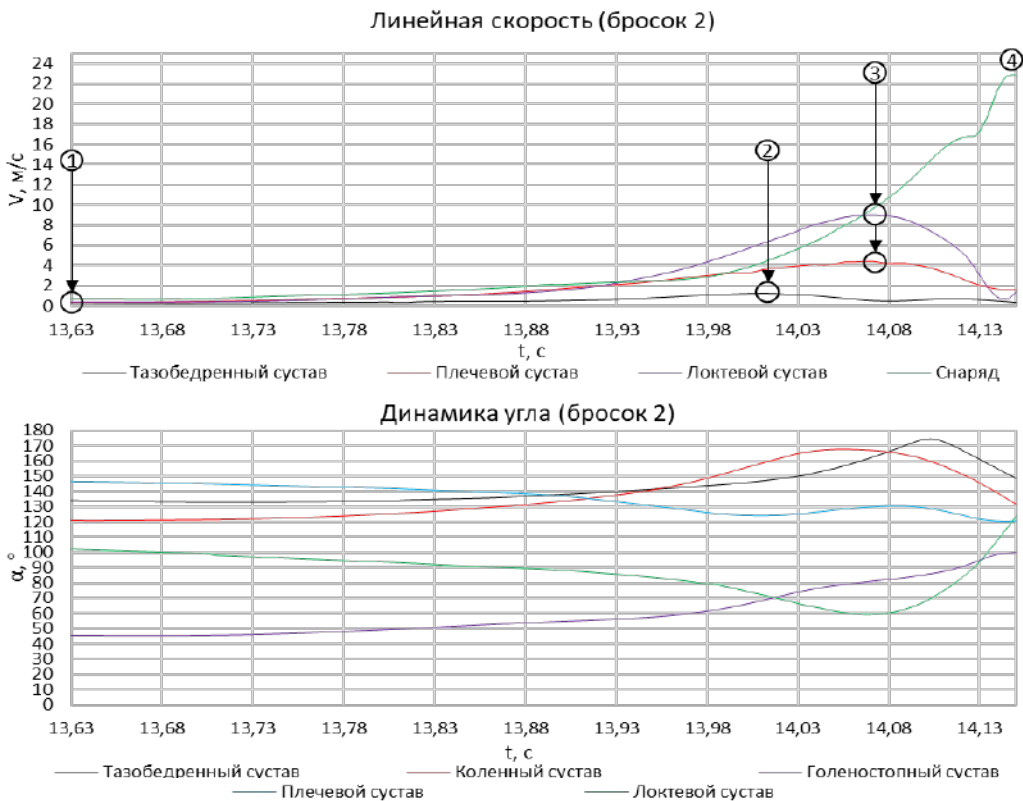


Рисунок 3. – Динамика скорости основных суставов и снаряда, изменения их углов, а также позы достижения максимальной скорости отдельных суставов в броске отягощения (800 г) одной рукой с параллельных ног (1 и 5 – начальная и конечная позы)

отметить, что одним из вариантов формирования этого механизма, в отличие от параллельного подключения голеностопного сустава, является переключение его функции с элемента динамической осанки в начальной стадии упражнения на управляющее движение в его заключительной фазе. Во-вторых, определенную значимость в решении двигательной задачи играет сгибание тазобедренных

суставов и плечевого сустава метающей руки. И, в-третьих, максимальный, на наш взгляд, вклад в процесс разгона снаряда вносит разгибание руки в локтевом суставе, характеризующееся очень высокой скоростью перехода конструктивных сегментов из начального положения в конечное, величина которой составляет примерно 750 град/с. Необходимо также отметить, что разгибание руки в локтевом суставе

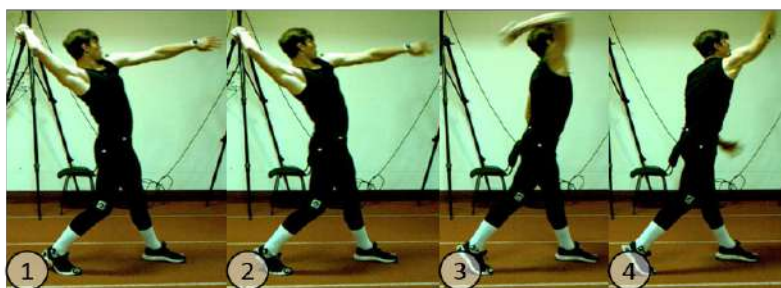
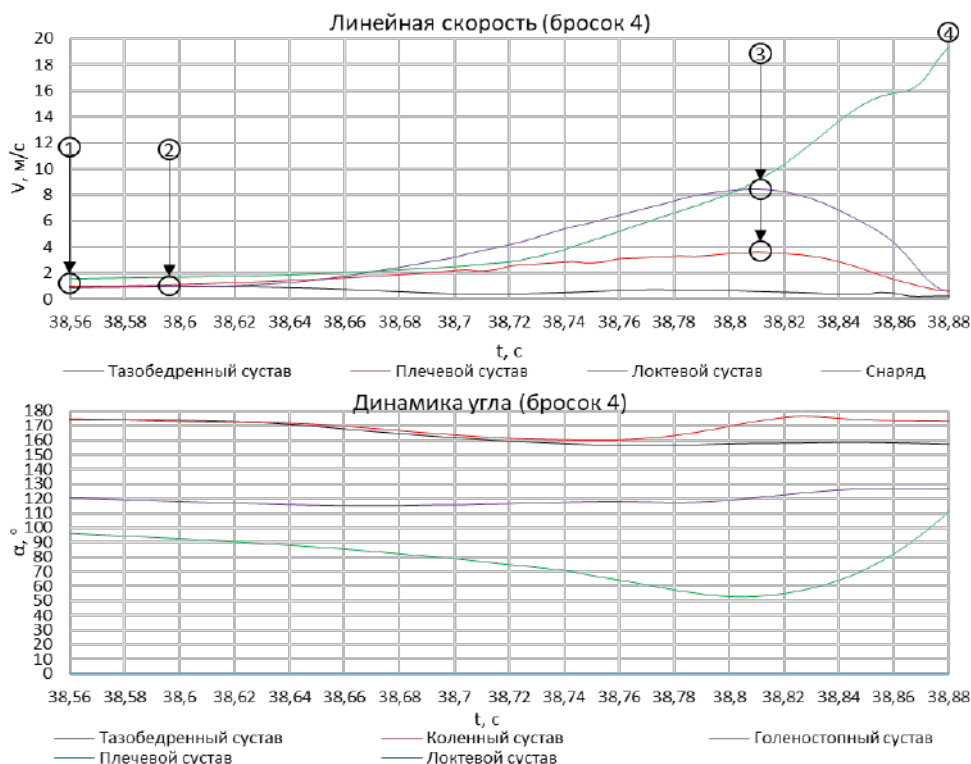


Рисунок 4. – Динамика скорости основных суставов и снаряда, изменения их углов, а также позы достижения максимальной скорости отдельных суставов в броске отягощения (800 г) одной рукой из исходного положения лицом в направлении броска, вес тела на правой ноге, левая впереди (1 и 4 – начальная и конечная позы)

параллельно приводит к увеличению пути действия силы метателя на снаряд.

Во втором виде броска начальная фаза разгона практически полностью формируется под влиянием механизма последовательного торможения и разгона двигательных звеньев снизу вверх. На это указывает динамика скорости левого тазобедренного сустава (рисунок 4, верхний график), которая отражает его фиксацию посредством создания упора соответствующей конечностью. С этой целью первичный контакт левой ноги с опорной поверхностью характеризуется практически полным совпадением продольных осей бедра и голени, взаиморасположение которых незначительно изменяется в фазе амортизации, возвращаясь к исходному в заключительной фазе броска (рисунок 4, нижний график). Это создает анатомические и биомеханические предпосылки для организации реакции горизонтальной опоры, направленной против перемещения таза метателя вперед и способствующей его полной остановке. Опорным звеном этого процесса выступает пространственная конструкция голеностопного сустава, которая в течение всего двигательного действия функционирует в качестве элемента динамической осанки, причем эти свойства усиливаются дополнительным разгибанием на 12–15 градусов к окончанию упражнения, что в целом свидетельствует о качественном обеспечении тормозной функции этой конечностью в ходе построения броскового действия.

Заключительная фаза разгона снаряда, как и в первом упражнении, формируется на основе нескольких механизмов. К ним следует отнести сгибание плечевого сустава метательной руки, использование биопотенциальной энергии специфических рабочих мышц, увеличение пути воздействия на снаряд посредством разгибания локтевого сустава правой руки, а также механизм обмена энергией в этой биомеханической цепи. Объективным показате-

лем подобного явления выступает высокая угловая скорость перемещения предплечья, составляющая порядка 750 град/с.

Третий вид броска представляет собой полноценную модель финального разгона в метании копья, активная часть которого выполняется на невысокой, около одного метра в секунду, предварительной скорости движения метателя со снарядом (рисунок 5, верхний график). В силу значительного структурного соответствия с основным элементом соревновательного упражнения, технический результат подобного двигательного действия широко используется в спортивной практике в качестве критерия при отборе и тестировании технической и специальной физической подготовленности метателей копья, так как согласно объективным данным его вклад в полноценное соревновательное достижение в этом виде метаний составляет 80–85 % [4].

Визуальный анализ кривых, отражающих характер суставных изменений в процессе рассматриваемого действия, свидетельствует о значительном сходстве построения данного броска с предыдущим, с учетом, естественно, индивидуальных отличий, вызванных усложнением конструкции исходного положения и наличием предварительной скорости движения системы «метатель-снаряд» (рисунок 5, верхний график). В работе левой ноги это проявилось в увеличении ее амортизации за счет сгибания как коленного, так и голеностопного суставов соответственно на 24 и 22 градуса, причем в нижерасположенном сочленении достижение минимума происходит в течение 120 мс, а в коленном суставе – 160 мс. Этот период характеризуется незначительным увеличением скорости левого тазобедренного сустава, максимум которой достигается за 150 мс до выпуска снаряда и составляет 2,1 м/с (рисунок 5, верхний график). Отсутствие в этот момент полноценной опоры для вышерасположенных сегментов тела

вызывает небольшой, в пределах 10 градусов, наклон туловища вперед.

Далее в обоих суставах наблюдается обратное движение к исходному уровню показателей, которые стабилизируются за 60 мс до выпуска снаряда. Таким образом, разгибание левой ноги в суставах приводит к практически полной остановке тазовой области, на базе которой наблюдается определенное разгибание туловища,

составляющее порядка 18–20 градусов. Все эти действия в целом формируют условия для активного включения в работу двигательного аппарата метаемой руки, которая к этому времени, как и в предыдущих вариантах бросков, значительно сгибается в локтевом суставе. Его активное разгибание продолжается 85–90 мс, в течение которых угол возрастает с 43 до 144 градусов. Таким образом, данное суставное движение

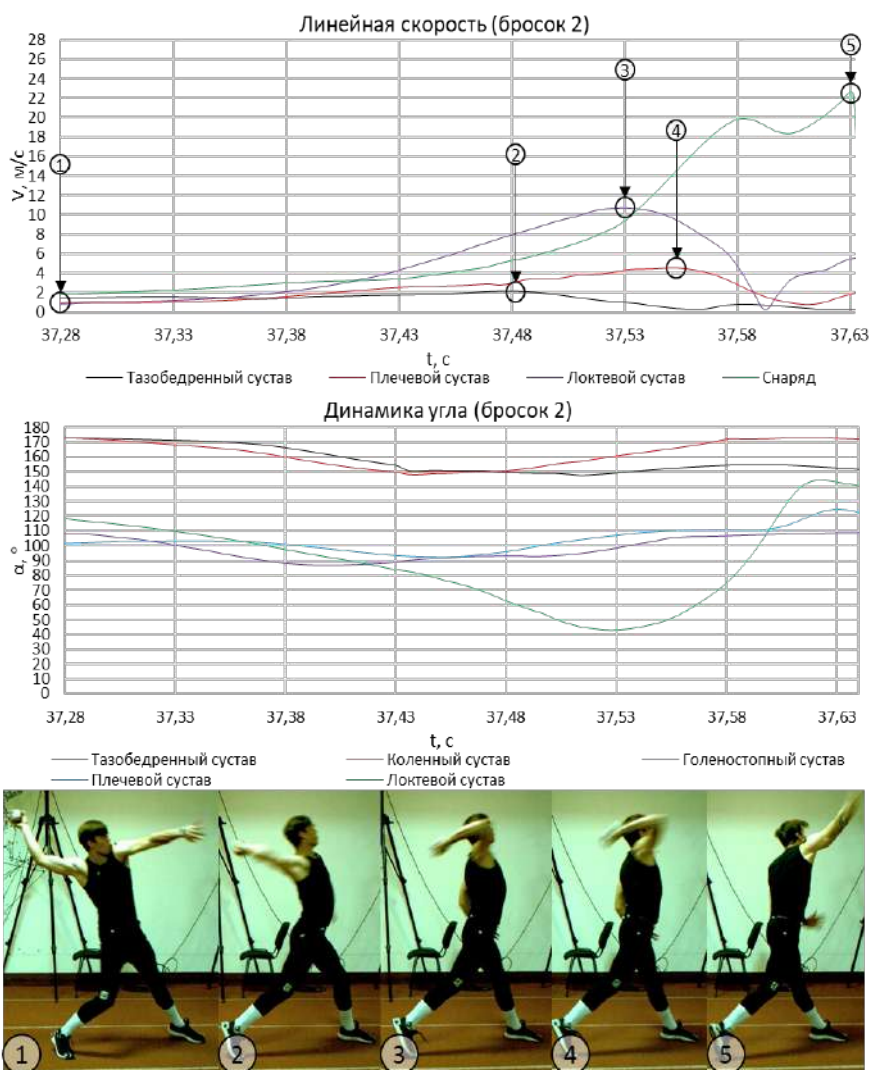


Рисунок 5. – Динамика скорости основных суставов и снаряда, изменения их углов, а также позы достижения максимальной скорости отдельных суставов в броске отягощения (800 г) одной рукой из исходного положения левым боком в направлении броска, вес тела на правой ноге, левая вперед (1 и 5 – начальная и конечная позы)

можно с уверенностью отнести к классу главных управляющих, характеризующееся высокой угловой скоростью, достигающей в рассматриваемом случае уровня 1100 град/с.

Заключение. Анализ построения различных видов бросковых упражнений, выполненный на основе разветвления их временных, пространственных и пространственно-временных характеристик, в целом подтвердил инвариантность структурной схемы перемещающих движений с разгоном снаряда. Все они, независимо от исходного положения, условий взаимодействия элементов движения в упражнении, характера внешних и внутренних сил, формируются посредством ряда родственных кинематических механизмов, целевое использование которых направлено на создание максимальной

скорости разгона снаряда. В силу особенностей построения этих упражнений отмечены специфические условия функционирования механизмов, которые можно целенаправленно использовать при совершенствовании каждого из них путем его ролевого выделения.

Количественная информация, отражающая динамику угловых показателей различных суставов в процессе выполнения всех видов упражнений, позволяет выдвинуть предположение, что феномен «быстрая рука» в значительной степени базируется на специфике моторного обеспечения локтевого сустава метательной руки, поскольку его характеризуют наибольшие пространственные изменения в процессе реализации всех бросковых упражнений.

1. Бернштейн, Н. А. О построении движений / Н. А. Бернштейн. – М. : Медгиз, 1947. – 255 с.
2. Чхаидзе, Л. В. Об управлении движениями человека / Л. В. Чхаидзе. – М. : Физкультура и спорт, 1970. – 145 с.
3. Васильев, Г. В. Метания / Г. В. Васильев // Легкая атлетика : учеб. пособие / под ред. И. М. Коржавского. – М. – Л. : Физкультура и спорт, 1938. – С. 367–498.
4. Тутевич, В. Н. Теория спортивных метаний / В. Н. Тутевич. – М. : Физкультура и спорт, 1970. – 256 с.
5. 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.
6. Ланка, Я. Е. Биомеханика толкания ядра / Я. Е. Ланка, А. А. Шалманов. – М. : Физкультура и спорт, 1982. – 72 с.
7. Карпеев, А. Г. Двигательная координация человека в спортивных упражнениях баллистического типа / А. Г. Карпеев. – Омск : СибГАФК, 1998. – 324 с.
8. Ланка, Я. Теоретические и практические аспекты реализации биомеханических принципов организации перемещающих движений в спорте / Я. Ланка, В. Гамалий // Наука в олимпийском спорте. – 2017. – № 2. – С. 45–63.
9. Верхошанский, Ю. В. Основы специальной силовой подготовки спортсменов / Ю. В. Верхошанский. – М. : Физкультура и спорт, 1988. – 331 с.
10. Селуянов, В. Н. Биомеханизм как основа развития теоретической биомеханики двигательной деятельности человека : учеб. пособие для студентов и слушателей РГАФК / В. Н. Селуянов, Айед Берхаием. – М. : РГАФК, 1997. – 82 с.
11. Шалманов, А. А. Методологические основы изучения двигательных действий в спортивной биомеханике : дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.04 / А. А. Шалманов. – М., 2002. – 334 л.
12. Донской, Д. Д. Биомеханика : учеб. для ин-тов физ. культуры / Д. Д. Донской, В. М. Зацюрский. – М. : Физкультура и спорт, 1979. – 253 с.

Статья поступила в редакцию 05.09.2022