

Министерство спорта и туризма Республики Беларусь

Учреждение образования  
«Белорусский государственный университет физической культуры»

**Э. П. Позюбанов**

**КИНЕМАТИКА  
ЛЕГКОАТЛЕТИЧЕСКИХ УПРАЖНЕНИЙ**

Монография

*Рекомендована к изданию научно-техническим советом БГУФК*

Минск  
БГУФК  
2023

УДК 796.4:796.012

ББК 75.711:75.1

П47

**Рецензенты:**

кандидат педагогических наук, доцент, заведующий  
кафедрой спортивно-педагогических дисциплин

БГПУ им. Максима Танка *В. Л. Алешкевич*;

кандидат педагогических наук, доцент,

Заслуженный тренер БССР, профессор кафедры

водных видов спорта БГУФК *В. П. Попов*;

кандидат педагогических наук, доцент, профессор кафедры

социально-гуманитарных дисциплин и физического

воспитания Института современных знаний

им. А. М. Широкова *А. А. Майструк*

**Позюбанов, Э. П.**

П47

Кинематика легкоатлетических упражнений : монография /  
Э. П. Позюбанов ; Белорус. гос. ун-т физ. культуры. – Минск :  
БГУФК, 2023. – 251 с. : ил.

ISBN 978-985-569-655-2.

В монографии представлен экспериментальный материал, отражающий формирование специализированной системы движений высококвалифицированными бегунами, прыгунами и метателями в процессе непосредственной соревновательной деятельности, то есть в условиях максимального напряжения своих психофизических возможностей. Интегральный биомеханико-педагогический анализ полученных данных позволил получить достаточно объективную картину построения индивидуальных конструкций соревновательных упражнений, обозначить как общие, так и частные погрешности технических действий, снижающих эффективность их реализации, а также наметить пути их исправления.

Книга предназначена для студентов и преподавателей профильных физкультурных специальностей, тренеров, спортсменов, научных работников.

**УДК 796.4:796.012**

**ББК 75.711:75.1**

**ISBN 978-985-569-655-2**

© Позюбанов Э. П., 2023

© Оформление. Учреждение  
образования «Белорусский  
государственный университет  
физической культуры», 2023

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение .....	5
ГЛАВА 1 Бег на короткие дистанции .....	7
1.1 Станислав Дорогокупец, МС .....	7
ГЛАВА 2 Бег на длинные дистанции .....	12
2.1 Ольга Мазуренок, ЗМС .....	12
2.2 Светлана Куделич, МСМК .....	16
ГЛАВА 3 Бег на 100 и 110 метров с барьерами .....	21
3.1 Алина Талай, МСМК. Эльвира Герман, МСМК .....	21
3.2 Алина Талай, МСМК .....	30
3.3 Виталий Парахонько, МСМК. Результат – 13,71 с .....	37
ГЛАВА 4 Прыжок в высоту .....	47
4.1 Карина Таранда, МСМК .....	47
4.2 Максим Недосеков, МСМК .....	55
4.3 Максим Недосеков, МСМК .....	64
4.4 Дмитрий Набоков, МСМК .....	78
ГЛАВА 5 Прыжок в длину .....	88
5.1 Анастасия Мирончик-Иванова, МСМК .....	88
5.2 Анастасия Мирончик-Иванова, МСМК .....	100
5.3 Артем Гурин, результат – 7,89 м. Владислав Булахов, результат – 7,85 м .....	112
ГЛАВА 6 Тройной прыжок .....	125
6.1 Ирина Васьковская, МСМК. Виолетта Скворцова, МСМК .....	125
6.2 Максим Нестеренко, МСМК .....	127
ГЛАВА 7 Прыжок с шестом .....	135
7.1 Кристина Концевенко, МСМК .....	135
ГЛАВА 8 Толкание ядра .....	149
8.1 Алена Дубицкая, МСМК .....	149
8.2 Алексей Ничипор, МСМК .....	156
8.3 Елена Пасечник, МС .....	161
8.4 Олег Томашевич, МС .....	167
8.5 Дмитрий Карпук, МС .....	178
ГЛАВА 9 Метание копья .....	188
9.1 Татьяна Холодович, МСМК .....	188
9.2 Карина Буткевич, МС .....	202
9.3 Николай Климук, МС .....	205
9.4 Алексей Котковец, МС .....	207

ГЛАВА 10 Метание диска .....	213
10.1 Евгений Богуцкий, МСМК, результат – 61,51 м.	
Виктор Трус, МСМК, результат – 64,45 м.....	213
ГЛАВА 11 Метание молота .....	235
11.1 Иван Тихон, ЗМС .....	235
11.2 Анна Зинчук, МСМК .....	243

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящей монографии рассматриваются особенности построения различных движений и телодвижений, составляющих основу соревновательных упражнений высококвалифицированных и элитных представителей легкоатлетического спорта. Основная цель работы состояла в том, чтобы представленные биомеханико-педагогические данные, объективно отражающие степень технической подготовленности исполнителей в условиях максимального напряжения своих психофизических возможностей, способствовали повышению качества управленческих решений специалистов в этой области подготовки спортсменов. Следует иметь в виду, что накопленный массив разнообразных данных, отражающий различные конструктивные стороны специализированных систем двигательных действий, трактуется автором как некоторая исходная информация читателю для формирования его более глубокого профессионального подхода к рассмотрению проблем построения соревновательного навыка.

Информационный аспект настоящей рукописи сформировался на основе данных специализированной видеосъемки легкоатлетических упражнений, которую уже более 10 лет осуществляют сотрудники кафедр легкой атлетики и биомеханики Белорусского государственного университета физической культуры в рамках комплексной научной группы. В процессе исследования технической подготовленности бегунов, прыгунов и метателей использовалась видеосъемка, фиксирующая соревновательное упражнение со скоростью до 1000 кадров в секунду. Возможности этого метода позволяют запечатлеть реальные двигательные конструкции с очень большой степенью их детализации. Это создает условия как для более глубокого визуального восприятия целостного соревновательного упражнения, так и для повышения уровня количественного анализа временных, пространственных и ритмо-темповых показателей его различных частей, элементов, периодов, фаз и моментов.

Следует особо подчеркнуть, что каждый рассматриваемый экспериментальный материал отражает непосредственную соревновательную деятельность ведущих представителей легкоатлетического спорта нашей страны и в этом плане является определенной индивидуальной моделью реального спортивного достижения. В результате продолжительной работы удалось собрать значительный материал, объективно характеризующий различные

аспекты решения основной двигательной задачи специфической деятельности наших спортсменов и отражающий стилевые особенности их соревновательной деятельности. При этом необходимо иметь в виду, что специализированная двигательная активность высококвалифицированных спортсменов всегда носит отпечаток их индивидуальности, которой, в тоже время, не следует прикрывать существующие ошибки. С этой целью в ходе аналитического изложения практического материала часто используется научное объяснение биомеханизмов построения важнейших двигательных конструкций. Следует пояснить, что биомеханизм – это модель части или всего опорно-двигательного аппарата, обеспечивающая достижение цели двигательного действия за счет преобразования одного вида энергии в другой (А.А. Шалманов, 2002).

Необходимо отметить, что во многих случаях выявленная совокупность объективных данных представляла собой первичный источник информации, отражающий конкретное состояние рассматриваемой стороны специализированной двигательной системы определенного спортсмена. Это, естественно, лишало возможности отслеживать динамику как визуального восприятия двигательного действия, так и его параметрических изменений в процессе различных периодов подготовки. В данной ситуации выработка рабочих решений о наличии определенных отклонений в функционировании соревновательного упражнения происходила в большинстве случаев на основе его сопоставления с модельными характеристиками.

Материал настоящего исследования собирался на протяжении нескольких лет, в течение которых видеосъемка осуществлялась на соревнованиях различного уровня: контрольных, подготовительных, подводящих, отборочных и главных. В связи с этим результаты каждого частного анализа отражают техническую подготовленность рассматриваемого спортсмена в конкретный момент его интегральной подготовленности, не всегда соответствующей уровню готовности для достижения максимального соревновательного результата. Отсюда следует диалектически относиться к реальному восприятию представленного материала, в большей мере обращая внимание на проявление общих закономерностей построения того или иного соревновательного упражнения посредством аналитического рассмотрения конкретной двигательной конструкции, присущей данному спортсмену.

# ГЛАВА 1

## БЕГ НА КОРОТКИЕ ДИСТАНЦИИ

### 1.1 Станислав Дорогокупец, МС

Анализ соревновательной деятельности бегунов на 100 метров показал, что в рассматриваемом виде легкой атлетики спортивный результат в наибольшей мере определяется уровнем абсолютной скорости бега по дистанции [1]. В связи с этим задача настоящего исследования состояла в изучении комплекса временных, пространственных и темпо-ритмовых характеристик, отражающих индивидуальные особенности двигательных действий спортсмена при беге с максимальной скоростью. Регистрация бегового шага происходила на 50-метровой отметке, то есть на том участке дистанции, где, по мнению большинства специалистов, бегуны на 100 м развивают максимальную скорость передвижения [2].

На рисунке 1.1 представлена поза бегуна в момент отрыва ноги от опоры. Средняя частота шагов в этот момент составляет 4,74 ш/с, что сопоставимо с характеристиками высококвалифицированных представителей этого вида легкой атлетики [3].



**Рисунок 1.1. – Поза бегуна в момент отрыва ноги от опоры**

Количественный анализ временных характеристик бегового шага позволяет предположить, что значимый уровень частотной характеристики определяется, главным образом, высокой активностью взаимодействия спортсмена с опорой, позволяющей ему выполнить это двигательное действие в течение всего лишь 0,089 с. При этом необходимо отметить высокую согласованность в движениях нижних конечностей бегуна, реализующих опорные и безопорные фазы за одни и те же временные промежутки – 0,089 с и 0,119 с в беге

с максимальной скоростью. Коэффициент беговой активности при этом составляет 1,37 у. е., что в целом характеризует высокий уровень координации полезных усилий и достаточную степень специальной силовой подготовленности и ориентирует на дальнейшее повышение рассматриваемого критерия, поскольку его значения могут достигать 1,4 у. е. и выше. В научно-методической литературе имеется информация о том, что значение данного коэффициента при освоении некоторых модельных параметров бегового шага может достигать уровня двух условных единиц [4].

Угол отталкивания спортсмена от беговой дорожки составляет  $60^\circ$  при взаиморасположении продольных осей бедра и голени под углом около  $160^\circ$ . Напомним, что полное разгибание опорной ноги в коленном суставе в момент завершения отталкивания нецелесообразно, ибо приводит к выполнению ненужной «холостой» работы, укорачивает рычаг и замедляет последующее сгибание ноги в коленном суставе – «складывание» голени [3].

Отдельного исследования и рассмотрения, как нам представляется, требует организация двигательных действий плечевого пояса и рук спортсмена. На рисунке 1.1 прослеживается определенная «жесткость» в конструкции этих звеньев, вызванная чрезмерным подъемом локтевого сустава. В дальнейшем это приводит к дополнительному вращению продольной оси плеч относительно вертикали (рисунок 1.2).

В полете спортсмен энергично поднимает бедро маховой ноги, угол разведения бедер достигает  $102^\circ$ , что считается оптимальным (рисунок 1.2). Наклон туловища от вертикали составляет  $9^\circ$ . В целом поза спортсмена хорошо сбалансирована и ее конфигурация создает предпосылки для дальнейших активных движений.



**Рисунок 1.2. – Поза бегуна в момент максимального разведения бедер в полете**



**Рисунок 1.3. – Поза бегуна в момент постановки ноги на опору**

Угол постановки ноги на поверхность дорожки составляет около  $65^\circ$  (рисунок 1.3). Нога ставится на внешнюю переднюю часть стопы, угол между бедром и голенью составляет  $159^\circ$ , между голенью и стопой –  $122^\circ$ . Голень занимает положение близкое к вертикальному по отношению к дорожке, ее отклонение от вертикали –  $7,6^\circ$ , пятка располагается достаточно высоко над опорой. В совокупности, это позволяет обеспечить постановку ноги на дорожку близко к проекции ОЦМ тела. В этот момент угол между бедрами минимален, его величина составляет всего лишь  $14^\circ$ , что однозначно свидетельствует об активном выполнении маховых движений бедрами в период полета. Туловище оптимально наклонено вперед ( $12^\circ$ ), плечевой пояс расслаблен.



**Рисунок 1.4. – Поза бегуна в момент вертикали**

В момент постановки ноги на опору угол захлестывания голени – около  $48^\circ$ , а пятка маховой ноги достигает середины ягодицы. Этот показатель у спринтеров обычно находится в пределах  $36-42^\circ$ , поэтому можно говорить о высоком захлестывании у С. Дорогокупца [5].

В момент вертикали туловище наклонено вперед на  $12^\circ$ , угол в коленном суставе равен  $144^\circ$ , в голеностопном –  $91^\circ$ . Данная конструкция двигательных звеньев в целом согласуется с модельными показателями спортсменов высокой квалификации и характеризует «высокую» посадку в беге (рисунок 1.4). Следует отметить качественный процесс амортизации в коленном суставе опорной ноги, амплитуда которого составляет всего лишь  $15^\circ$ . Это свидетельствует о том, что пространственное расположение рабочей цепи и напряжение специфических мышечных групп эффективно обеспечивают процесс рекуперации энергии упругой деформации в данном сочленении.

Качественный анализ системы движений в голеностопном суставе спортсмена позволяет высказать предположение о наличии определенного потенциала в совместной работе мышц голени и стопы. На это указывает изменение расположения пятки опорной ноги относительно поверхности дорожки. С момента касания стопой опоры в рассматриваемом суставе происходит достаточно быстрое сгибание, продолжительность которого составляет порядка  $0,017$  с, а амплитуда –  $17^\circ$ . Оно заканчивается полным контактом подошвенной части ноги с опорой, который продолжается  $0,014$ – $0,017$  с. Это приводит к тому, что в данный момент основная нагрузка переходит на переднюю группу мышц бедра, а натяжение основных рабочих мышц голени – икроножной и камбаловидной – несколько уменьшается [2, 6]. В конечном итоге это снижает эффективность фазы отталкивания вследствие нарушения процесса рекуперации энергии в мышцах, обслуживающих данный сустав. Следовательно, в специализированной подготовке следует рассмотреть вопрос о минимизации указанных потерь посредством использования специфических упражнений, повышающих упругость работы голеностопного сустава, то есть устранить касание опоры пяткой.

Таким образом, анализ некоторых временных, пространственных и темпо-ритмических характеристик бегового шага С. Дорогокупца показал, что реализуемая им система построения беговых движений в достаточной мере отвечает современным требованиям к данному виду соревновательного упражнения. Практическим подтверждением этого вывода является достаточно уверенное совершенствование его спортивного мастерства, отождествляемое посредством реального роста соревновательного результата. Одним из факторов, способствующих этому явлению, исходя из данных наших

исследований, может быть совершенствование рабочего механизма в голеностопном суставе, естественно на основе системного подхода к этому процессу [7].

- 
1. Бег на короткие дистанции (спринт) / Е. Е. Аракелян [и др.]. – М. : Инфра-М, 2002. – 134 с.
  2. Озолин, Э. Современная техника спринта / Э. Озолин // Легкая атлетика. – 1985. – № 11. – С. 4–7.
  3. Озолин, Э. Спринтерский бег / Э. Озолин. – М. : Человек, 2010. – 176 с.
  4. Мироненко, И. Н. Усейн Болт. Бег с преимущественным проявлением максимальной мощности в условиях соревновательной деятельности / И. Н. Мироненко, О. М. Мирзоев // Теория и практика физической культуры. – 2017. – № 2. – С. 66–70.
  5. Тюпа, В. Спринтерский бег / В. Тюпа, А. Джалилов, Г. Шувалов // Легкая атлетика. – 1988. – № 9. – С. 16–18.
  6. Козлов, И. Мышцы и спринт. Сравнительная характеристика работы мышц в спринтерском беге и при выполнении специальных упражнений / И. Козлов, В. Муравьев // Легкая атлетика. – 1992. – № 8. – С. 8–11.
  7. Верхошанский, Ю. В. Основы специальной силовой подготовки / Ю. В. Верхошанский. – М. : Физкультура и спорт, 1987. – 215 с.

## ГЛАВА 2

### БЕГ НА ДЛИННЫЕ ДИСТАНЦИИ

#### 2.1 Ольга Мазуренок, ЗМС

В 2018 году спортсменка выиграла звание чемпионки Европы в марафонском беге, преодолев дистанцию за 2 часа, 26 минут и 22 секунды. Средняя скорость бега при этом составила 4,81 м/с. В рассматриваемом варианте данный показатель интенсивности исполнения соревновательного упражнения составляет примерно 5,1–5,2 м/с, что в целом позволяет вполне адекватно качественно и количественно оценить кинематику двигательных действий бегуни на основной беговой дистанции.

Анализ основных временных и темпо-ритмовых характеристик беговых шагов свидетельствует о том, что в организации двигательных действий как левой, так и правой ногой наблюдается высокая степень соответствия формирования отдельных технических элементов. Так, время опорного взаимодействия правой и левой конечностью составило у бегуни 0,175 с, а период полета в обоих случаях равен 0,125 с. Величина же полученного при этом коэффициента активности беговых шагов – 0,75 у. е., отражает двигательную установку на построение эффективной конструкции перемещения спортсменки, ориентированной на экономное использование ее двигательного потенциала.

Дополнительную аргументацию направленности процесса формирования системы беговых движений предоставляет ритмовой коэффициент опорной фазы, составляющий в данном случае 2,12 у. е. Его величина в целом позволяет оценить эффективность использования двигательных усилий спортсменки в различных условиях ее взаимодействия с поверхностью беговой дорожки. Движения и телодвижения бегуни в фазе амортизации, продолжающейся 0,056 с, направлены как на предельную минимизацию встречных горизонтальных сил реакции опоры, снижающих эффективность работы двигательного аппарата, так и повышение уровня энергии упругой деформации мышц путем их рационального натяжения. Такая архитектура биомеханических звеньев способствует эффективному решению двигательной задачи в наиболее ответственные моменты формирования циклического действия.

На рисунке 2.1 представлена поза бегуни в момент постановки ноги на опору. В первую очередь необходимо отметить вертикальную

ориентацию туловища и головы бегуни, которую она сохраняет практически на протяжении всего бегового цикла. В различных мгновенных позах максимальное отклонение составляет порядка  $2^\circ$ , а средний наклон туловища вперед удерживается в пределах  $6^\circ$ . Стабильное положение туловища, его динамическая осанка является качественной основой для построения эффективных управляющих корректирующих движений в плечевых, тазобедренных, коленных и голеностопных суставах бегуни. Таким образом обеспечивается оптимальная постановка ноги на опору, угол которой составляет около  $64^\circ$ . При этом следует отметить практически вертикальное положение голени опорной ноги и постановку стопы на ее переднюю часть, что в дальнейшем повышает коэффициент полезного действия отталкивания. Этому же способствует и величина угла в голеностопном суставе –  $114^\circ$ . С одной стороны, взаиморасположение голени и стопы в данной ситуации позволяет устанавливать контакт спортсменки с беговой дорожкой близко к проекции ОЦМТ, а с другой – обеспечивает достаточную амплитуду амортизации в данном суставе, необходимую для рабочего растяжения специфических мышц голени.



**Рисунок 2.1. – Поза бегуни в момент постановки ноги на опору**

В этой рабочей позе спортсменки есть еще два интересных положения двигательных звеньев, позитивно влияющих на общую эффективность рассматриваемой системы движений. Первое из них – это угол разведения бедер, составляющий порядка  $47^\circ$ , а второе – угол захлеста голени маховой ноги. В первом случае важен тот факт, что биссектриса угла выстраивается практически вертикально относительно поверхности дорожки. Это указывает на незначительное отклонение продольной оси бедра маховой ноги

от вертикали, способствующее его рациональному продвижению вперед, так как вертикальная составляющая динамического усилия в данном положении уже невелика.

Незначительный захлест голени переносной ноги, составляющий в данный момент около  $10^\circ$ , с одной стороны увеличивает радиус движения ОЦМТ системы «бедро-голень-стопа», тем самым уменьшая ее скорость вращения относительно тазобедренного сустава. Но подобное увеличение радиуса вращения увеличивает инерционность этой биомеханической цепи, которая при ее рациональном использовании позволяет в должной мере сократить энергетические затраты на перенос маховой ноги посредством меньшего напряжения мышц сгибателей голени.

Угловые характеристики, отражающие пространственную композицию основных биомеханических звеньев спортсменки в момент вертикали, свидетельствуют об оптимальном уровне переходных процессов, обеспечивающих активность последующего горизонтального продвижения бегуни (рисунок 2.2). Изменение пространственного положения системы «туловище-голова» составляет около  $2^\circ$  и тем самым не вызывает особого повышения инерционности этой биомеханической цепи и увеличения энергетических затрат на ее стабилизацию. Амплитуда амортизации в коленном суставе составляет всего лишь  $12^\circ$  при его окончательном угле в  $143^\circ$ , свидетельствующем о высокой беговой посадке спортсменки в данный момент времени. Размах движений в голеностопном суставе несколько больше –  $25^\circ$ , однако и конечное расположение образующих его двигательных звеньев ( $91^\circ$ ) отражает достаточную готовность сочленения перейти от уступающего к преодолевающему режиму работы мышц.



**Рисунок 2.2.** – Поза бегуни в момент вертикали

Пространственное расположение голени относительно опоры позволяет сохранить момент инерции переносной ноги и сократить расход энергии на последующий подъем бедра. Комплексное интерпретирование этих показателей свидетельствует о значительном векторе целенаправленных действий спортсменки на максимальное использование внешнего силового поля для решения конкретной двигательной задачи.

Создав ряд позитивных предпосылок в фазе переднего толчка, спортсменка, исходя из анализа последующих данных, успешно справляется с формированием рационального отталкивания (рисунок 2.3). Оптимальное временное развертывание рассматриваемого действия позволяет ей выполнить разгибание в коленном и голеностопном суставах с максимальной амплитудой, составившей в первом сочленении  $30^\circ$ , а во втором –  $44^\circ$ . Визуальное восприятие этого процесса свидетельствует о максимальном использовании рабочих механизмов в данных суставах для продольно-вертикального перемещения ОЦМТ спортсменки относительно поверхности дорожки. При этом следует отметить, что угол отталкивания от опоры у нее составил  $61^\circ$ , что вполне сопоставимо с показателем бега на короткие дистанции, характеризующимся меньшими вертикальными колебаниями спортсмена. Это опосредованно свидетельствует об оптимальном построении траектории движения ОЦМТ бегуньи в процессе развертывания всей программы бегового шага.



**Рисунок 2.3. – Поза бегуньи в момент отрыва ноги от опоры**

Максимальное разведение бедер бегуньи во время полета по своему размаху даже несколько меньше, чем их положение в предыдущей позе (рисунок 2.4). В момент окончания отталкивания

от опоры соответствующий угол составлял  $88^\circ$ , а в полете он уменьшился на  $12^\circ$ . Это отражает позицию спортсменки формировать длину шага в большей степени за счет инерции махового движения переносной ноги, отказавшись от акцентированного силового варианта.



**Рисунок 2.4. – Поза бегуньи в момент максимального разведения бедер (подъема бедра)**

В конечном итоге это приводит к значительному уменьшению производства энергии посредством активного мышечного сокращения и более экономному расходованию двигательного потенциала спортсменки.

## **2.2 Светлана Куделич, МСМК**

В декабре 2018 года спортсменка впервые преодолела марафонскую дистанцию, показав при этом достаточно высокий результат, равный 2 часам, 32 минутам и 03 секундам. Средняя скорость бега по дистанции составила 4,7 м/с. В рассматриваемом варианте данный показатель интенсивности соревновательного упражнения варьировал на уровне 5,2 м/с, что также позволяет адекватно оценить общую кинематику локомоторных действий бегуньи на основной дистанции.

Следует отметить, что исследование характеристик бега О. Мазурунок и С. Куделич происходило в условиях их одновременного перемещения по дистанции с одинаковой скоростью. В дальнейшем это и позволило выделить в рассматриваемых структурных элементах техники индивидуальные особенности их построения, а также качественно и количественно оценить их с точки зрения решения основной двигательной задачи.

Анализ основных временных и темпо-ритмовых характеристик беговых шагов С. Куделич свидетельствует о том, что в опорном

периоде организации двигательных действий как левой, так и правой ногой наблюдается высокая степень соответствия формирования отдельных технических элементов. Время контактного взаимодействия с поверхностью дорожки правой и левой конечностью составило у бегуни 0,149 с, при этом ритмовой коэффициент опорного периода определяется уровнем в 2,24 у. е.

Анализ же продолжительности полетных периодов, организованных равными по длительности отталкиваниями правой и левой ногой, продемонстрировал определенные различия в их количественных показателях. Время полета с левой ноги у бегуни составило 0,165 с, а с правой – 0,152 с, определив, таким образом, соотношение между ними в 1,09 у. е. Следует отметить, что подобное формирование полетного времени было зафиксировано у спортсменки и при установлении рекорда Республики Беларусь в беге на 3000 м в закрытых помещениях, которые она преодолела за 8.48,02. Там подобное соотношение составило 1,06 у. е.

Выявленные при этом коэффициенты активности беговых шагов, выполненных левой и правой ногой, и равные, соответственно, 1,11 и 1,02 у. е., отражают двигательную установку на построение достаточно активной конструкции перемещения спортсменки, ориентированной, естественно, и на экономичное использование ее двигательного потенциала. Представляется, что подобная повышенная активность формирования специализированного двигательного действия является следствием длительной беговой карьеры спортсменки, которую она начинала с более коротких дистанций.



**Рисунок 2.5. – Поза бегуни в момент постановки ноги на опору**

На рисунке 2.5 представлена поза бегуни в момент постановки ноги на опору. Анализ рассматриваемой и всех дальнейших позиций спортсменки показывает, что ее также характеризует устойчивая

вертикальная ориентация продольной оси «голова-туловище», варьирующая в границах от  $4^\circ$  до  $6^\circ$  в зависимости от двигательной конструкции в данный момент. Низкая вариативность вертикальной оси туловища в различных фазах бегового цикла создает позитивные условия для развертывания системы главных и корректирующих управляющих движений. Постановка ноги на опору выполняется под углом  $63^\circ$ , на переднюю часть стопы, с выраженным касанием поверхности дорожки ее внешней стороной. Здесь также наблюдается близкое к вертикальному положение голени опорной ноги, что в совокупности позволяет в данный момент создать оптимальный угол между бедром и голенью, составляющий  $153^\circ$ . Угол в  $114^\circ$  голеностопного сустава обеспечивает приемлемую амплитуду амортизации в данном сочленении, необходимую для рабочего растяжения специфических мышц голени. Продольная ось бедра маховой ноги за счет активных действий в полетной фазе занимает положение, близкое к вертикали, составляя с ней в данный момент угол всего лишь в  $25^\circ$ . Таким образом, создаются условия для увеличения горизонтальных усилий, повышающих эффективность соревновательного упражнения в целом.

Следует отметить, что в динамической позе спортсменки в данный момент присутствует одно положение двигательного звена, значительно отличающееся от аналогичного у О. Мазуренок. Это касается захлеста голени маховой ноги. У С. Куделич величина этого угла составляет  $38^\circ$  и по своим параметрам приближается к показателям бегунов на короткие дистанции. Естественно, подобное сгибание ноги в коленном суставе позволяет быстрее выполнить ее вынос вперед, однако высокий подъем голени и стопы требует от спортсмена в каждом шаге и несколько больших энергозатрат. Тем более, если это движение выполнять за счет внутренних силовых добавок. На наш взгляд, наиболее рациональным механизмом формирования данного движения в продолжительном беге, определяющим высоту подъема стопы относительно таза, должен выступать активный рывок дистальной части бедра в начале сгибания ноги при выполнении заднего маха, определяющий естественный подъем дистальной части голени и стопы. Главнейшим условием реализации подобной координации выступает отсутствие жесткой связи в коленном суставе маховой ноги.

Процесс перехода из предыдущей позы в представленную на рисунке 2.6 занимает у спортсменки 0,046 с. Конечная величина сгибания коленного сустава опорной ноги, составляющая  $143^\circ$ ,

свидетельствует о высокой беговой посадке спортсменки в данный момент времени. За счет упругой амортизации в коленном и голеностопном суставах, величина которой составляет  $14^\circ$  и  $16^\circ$ , создаются соответствующие условия быстрого перехода от уступающего режима работы мышц к преодолевающему.

Однако при этом следует обратить внимание на возможные последствия незначительной амплитуды разгибания голеностопного сустава в процессе заднего толчка. Существует вероятность быстрого включения мышц голеностопного сустава в процесс его сгибания, что приведет к раннему подъему ОЦМТ над поверхностью дорожки и расходованию дополнительной энергии на обслуживание вертикального перемещения спортсменки. С этих позиций, возможно, что более значительная амортизация в голеностопном суставе позволит вывести ОЦМТ дальше за проекцию опоры и тем самым уменьшит угол приложения усилий. В процессе переднего толчка спортсменка продолжает активное сгибание голени маховой ноги и тем самым увеличивает угол ее захлеста до  $45^\circ$ . Скорее всего, дополнительное вертикальное перемещение ОЦМТ биомеханической цепи «голень-стопа» происходит за счет использования активных мышечных напряжений, поскольку используется модель переноса маховой ноги в спринтерском беге. При этом реализация подобной траектории передвижения тела значительной массы требует привлечения дополнительной энергии на обслуживание излишних телодвижений.



**Рисунок 2.6. – Поза бегуни в момент вертикали**

Процесс реализации заднего толчка продолжается у спортсменки 0,103 с. В течение этого времени амплитуда разгибания коленного сустава составила  $31^\circ$ , а сгибания голеностопного сустава –  $27^\circ$ . Подобное взаимодействие сочленений приводит, в конечном итоге,

к некоторому увеличению угла отталкивания, достигающему до  $62^\circ$  (рисунок 2.7). Одна из вероятных причин дополнительных вертикальных перемещений спортсменки была озвучена ранее при анализе работы голеностопного сустава. Этому же, по нашему мнению, способствует и высокий подъем бедра переносной ноги в момент отрыва спортсменки от опоры. Для сравнения: угол между продольной осью бедра и горизонталью у О. Мазуренко составляет  $43^\circ$ , а у С. Куделич –  $31^\circ$ .



**Рисунок 2.7. – Поза бегуни в момент отрыва ноги от опоры**



**Рисунок 2.8. – Поза бегуни в момент максимального разведения бедер в полете**

Характер изменения угла между бедрами с момента отрыва ноги от опоры свидетельствует о нацеленности бегуни на организацию длины шага посредством акцентированного силового подъема бедра (рисунок 2.8). Начало полета у нее характеризуется увеличением рассматриваемого угла с  $94^\circ$  до  $97^\circ$ . Затем в течение примерно 0,050 с она активно сохраняет достигнутое положение бедер и лишь затем начинает их встречное движение. Для сравнения – О. Мазуренко удерживает первоначальный угол в течение всего лишь 0,017 с, при этом его величина составляет около  $82^\circ$ .

## ГЛАВА 3

### БЕГ НА 100 И 110 МЕТРОВ С БАРЬЕРАМИ

#### 3.1 Алина Талай, МСМК. Эльвира Герман, МСМК

Анализ графика скорости элитных бегуний на 100 метров с барьерами показывает, что максимальные значения этой характеристики соревновательной деятельности достигаются обычно после преодоления третьего барьера и могут удерживаться на протяжении 4–5 межбарьерных отрезков [1]. У рассматриваемой категории барьеристок время преодоления отслеживаемых элементов соревновательной дистанции колеблется от 0,96 до 1,02 с. Это в нашем случае и определило выбор участка дистанции в качестве экспериментальной площадки, на которой спортсменкам необходимо демонстрировать свою техническую подготовленность на максимальном уровне проявления двигательных возможностей.

Обе спортсменки выполняли аналогичное двигательное задание – бег с преодолением 11 барьеров на максимальной скорости. Расстановка барьеров у А. Талай составила 8,25 м, у Э. Герман – 8,50 м. Фиксировались временные, пространственные и темпо-ритмовые характеристики перемещения спортсменок между 4-м и 5-м барьерами. Кроме этого, анализ кинограмм позволил выполнить качественный биомеханический анализ отдельных элементов техники, в известной мере определяющих эффективность специфических двигательных действий.

Общее время преодоления изучаемого отрезка составило у А. Талай 0,96 с, а у Э. Герман – 1,02 с, что в целом согласуется с имеющимися в специальной литературе данными. Подобный уровень временных показателей свидетельствует о достижении бегуньями максимальной скорости пробегания межбарьерного отрезка и представляет возможность объективно рассмотреть характер и особенности как отдельных элементов техники, так и целостного двигательного действия в экстремальных условиях функционирования двигательного аппарата спортсменок.

В таблице 3.1 приведены отдельные временные и темпо-ритмовые характеристики беговых шагов на изучаемом отрезке. Параметры опорных периодов свидетельствуют о высоком уровне специальной подготовленности барьеристок, позволяющем им выполнить отталкивание в барьерном шаге за 0,109 и 0,116 с соответственно. Полетное время этого же шага свидетельствует

о некотором преимуществе Э. Герман в реализации двигательной схемы преодоления барьера. Динамика исполнения беговых шагов между барьерами выявляет уже определенный приоритет А. Талай. В целом следует отметить, что качественный анализ подобной комбинации характеристик требует лонгитудинального ее отслеживания, а также сопоставления полученных данных с модельными показателями.

Возможности скоростной съемки позволили нам составить достаточно объективную хронограмму развертывания системы движений при преодолении 5-го барьера. Начальным моментом двигательного действия мы избрали момент отрыва толчковой ноги от опоры. Первая фаза заканчивалась в момент пересечения плоскости барьера подошвенной поверхностью маховой ноги. Длительность этого движения у Э. Герман составила 0,096 с, а у А. Талай – 0,112 с. Нахождение любой части тела над барьером определяло продолжительность второй фазы. Чуть быстрее в этом движении оказалась А. Талай – 0,135 с. Э. Герман пересекала плоскость барьера в течение 0,152 с. Нисходящий участок траектории, с выхода тела за плоскость барьера до касания опорной ноги, более быстрым оказался в исполнении Э. Герман: 0,036 с против 0,076 с. Таким образом, общее время преодоления 5-го барьера у Э. Герман оказалось на 0,039 с меньше, чем у А. Талай. Далее при проведении качественного анализа движений обеих барьеристок мы выскажем свои предположения по поводу отмеченного факта.

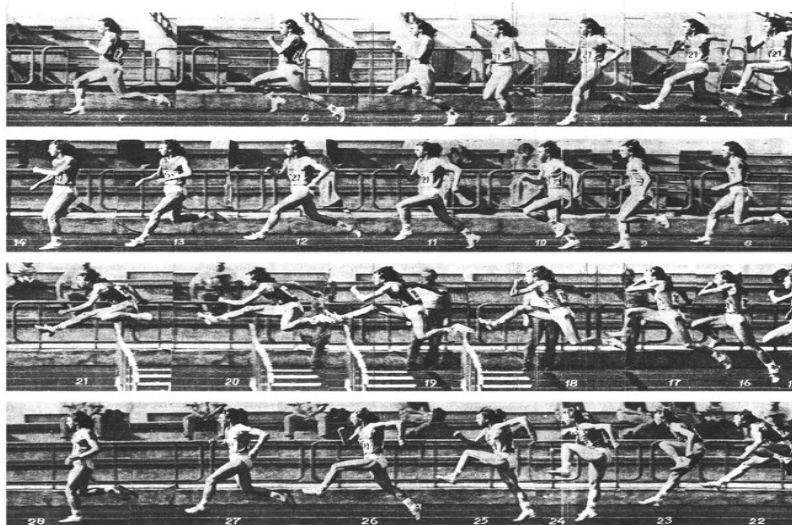
Таблица 3.1. – Временные и темпо-ритмовые характеристики беговых шагов между четвертым и пятым барьерами

Шаги	Барьерный шаг		Первый шаг		Второй шаг		Третий шаг	
	Опора	Полет	Опора	Полет	Опора	Полет	Опора	Полет
Талай	0,109	0,314	0,069	0,063	0,109	0,122	0,106	0,069
Частота шагов	2,36		7,52		4,32		5,51	
КБА	2,88		0,91		1,12		0,65	
Герман	0,116	0,294	0,89	0,83	0,112	0,129	0,109	0,096
Частота шагов	2,44		5,88		4,34		4,88	
КБА	2,53		0,93		1,15		0,88	

*Примечание:* КБА – коэффициент беговой активности (время полета/время опоры).

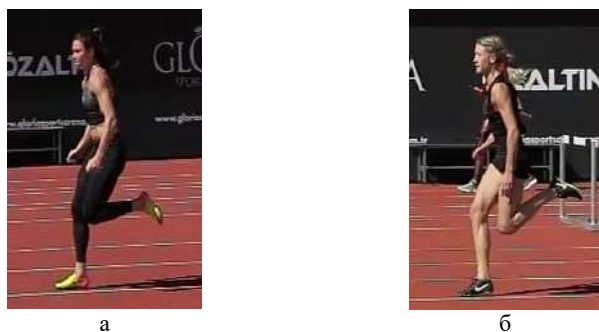
В основу педагогического анализа избранных нами восьми двигательных поз, выразившихся для данного момента в определенной двигательной конструкции, была положена идея рассмотрения индивидуальных действий спортсменок посредством системы выработанных установок, норм и правил построения различных двигательных действий в беге на 100 м с барьерами, а также непосредственного сравнения некоторых элементов с техникой чемпионки мира Гинки Загорчевой (лучший результат – 12,25 с, рисунок 3.1).

На рисунке 3.2 показан момент постановки ноги, маховой по отношению к барьерному шагу, на поверхность беговой дорожки. Поскольку данный беговой элемент несет на себе основную функцию подготовки к выполнению последующего базового элемента барьерного бега, качество его исполнения играет значительную роль в организации системы двигательных действий преодоления препятствия. Характерной особенностью его исполнения, а это в первую очередь связывается с формированием условий качественного отталкивания в барьерном шаге, является практически плоская постановка стопы на опору (рисунок 3.1, кадр 9).



**Рисунок 3.1. – Кинограмма бега на 100 метров с барьерами Гинки Загорчевой (результат – 12,51 с)**

А. Талай и Э. Герман, судя по расположению двигательных звеньев опорной ноги, вполне успешно справляются с этой задачей. За счет активного сведения бедер в предыдущем шаге обе спортсменки обеспечивают вертикальное положение голени относительно дорожки в момент касания дорожки стопой. При этом обнаруживается некоторое различие в формировании этого процесса, проявляющееся в образовании первичного контакта стопы с дорожкой. А. Талай ставит конечное звено сразу на всю подошвенную поверхность, а в постановке Э. Герман обнаруживается первичное касание опоры передней частью стопы (рисунок 3.2). Однако уже через 0,007 с образуется полный контакт данного звена с опорой и создаются оптимальные условия для продолжения последующих подготовительных действий. В отношении характера постановки стопы на опору Э. Озолин [2] писал, что «почти плоская постановка стопы ведет к нерациональному распределению нагрузки для различных мышечных групп в момент амортизации. Спортсмену приходится большую часть усилий, которые, как правило, возлагаются на мышцы голени, выполнять группами мышц передней поверхности бедра. Энергетически это очень невыгодно. Скорее всего, именно в этом элементе спортсмен нерационально растрчивает слишком много сил, что и влияет в конце концов на снижение скорости в конце дистанции. Кроме того, излишняя постоянная нагрузка на мышцы одной группы непременно ведет к травматизму».



**Рисунок 3.2. – Момент постановки ноги в третьем шаге:  
а) А. Талай; б) Э. Герман**

Следует отметить, что угол постановки ноги на опору у обеих спортсменок практически одинаков и составляет порядка 75°.

Рассматриваемая нами поза позволяет выявить еще несколько различий в положении отдельных звеньев спортсменок. Так, у А. Талай наблюдается более значительный наклон туловища вперед по сравнению как с Э. Герман, так и Г. Загорчевой. Э. Герман демонстрирует большее сгибание переносной ноги в коленном суставе и меньшую скорость сведения бедер. Кроме этого, в данной позе у нее обнаруживается наибольший угол в локтевом суставе левой руки. В. Брейзер [3] писал по этому поводу, что «основная установка на работу рук в женском барьерном беге – это короткие движения с высокой частотой. Достичь этого можно только в том случае, если стремиться угол между плечом и предплечьем во всех фазах движения делать минимальным (чем меньше угол, тем меньше момент инерции руки относительно оси, соединяющей плечевые суставы). Особенно трудно выполнять эту установку в крайних “задних” положениях».

Момент завершения отталкивания в третьем шаге свидетельствует о выраженном проявлении горизонтального компонента движения у обеих спортсменок (рисунок 3.3). В данном случае это аргументируется неполным разгибанием опорной ноги в коленном суставе и в соответствии с этим уменьшением угла отталкивания, позволяющим целенаправленно увеличивать продольную компоненту силового взаимодействия спортсменок с опорой.

Основные различия в формальном расположении двигательных звеньев обнаруживаются в пространственной конфигурации бедра и голени переносной ноги. У А. Талай они образуют в данный момент тупой угол, а у Э. Герман – острый. Угол сгибания в локтевом суставе левой руки соответственно составляет  $100^\circ$  и  $115^\circ$ .



а



б

**Рисунок 3.3. – Момент окончания отталкивания в третьем шаге:  
а) А. Талай; б) Э. Герман**

Момент постановки толчковой ноги на опору является важнейшим элементом организации всей последующей системы движений барьерного шага (рисунок 3.4). Касание дорожки у обеих спортсменок характеризуется незначительным наклоном туловища вперед, но при этом А. Талай демонстрирует более выраженный наклон головы в этом же направлении, что, на наш взгляд, приводит к некоторому перераспределению оптимального напряжения мышц передней и задней поверхности туловища. Угол постановки толчковой ноги на опору у спортсменок составляет порядка  $67^\circ$ , однако в данный момент у А. Талай угол в коленном суставе составляет около  $170^\circ$ , в то время как у Э.Герман он на  $10^\circ$  меньше. Биомеханически это более выгодная поза, поскольку горизонтальная составляющая реакции опоры при втором варианте расположения бедра и голени несколько меньше, и тем самым создаются более комфортные условия для организации всего процесса отталкивания и атаки барьера. Постановка же почти прямой ноги на опору при жестком варианте взаимодействия двигательных звеньев вызывает, кроме значительной ударной нагрузки на опорно-двигательный аппарат спортсмена, изменение вектора результирующей силы опорного взаимодействия, что приводит к дополнительному подъему ОЦМТ спортсмена вверх [2].



а



б

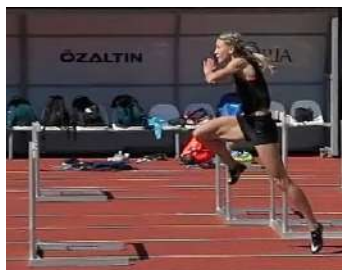
**Рисунок 3.4. – Момент постановки толчковой ноги в барьерном шаге: а) А. Талай; б) Э. Герман**

Окончание опорного взаимодействия в барьерном шаге представлено на рисунке 3.5. Поскольку данная позиция представляет собой определенную границу между выражено циклическим и относительно циклическим типом движений, входом в барьерный

шаг, обе спортсменки в конечном итоге постарались создать для этого наиболее оптимальные условия. В рассматриваемой позе это выразилось в создании практически равноценной двигательной конструкции для решения последующей задачи успешного преодоления барьера. Угол опорной ноги в момент снятия ее с поверхности дорожки составил у них около  $60^\circ$ , голень маховой ноги располагается параллельно бедру толчковой, туловище оптимально наклонено вперед. У А. Талай заметен выраженный наклон головы и более высокое положение кисти левой руки.



а



б

**Рисунок 3.5. – Момент окончания отталкивания в барьерном шаге:  
а) А. Талай, б) Э. Герман**

По мнению многих специалистов, принципиальное отличие преодоления барьера у женщин заключается в быстром опускании за препятствие не распрямленной до конца маховой ноги. На рисунках 3.6 и 3.7 видно, что в большей мере этому требованию соответствуют движения над барьером Э. Герман. Так, если угол в коленном суставе на рисунке 3.6 у нее составляет  $158^\circ$ , то уже с момента пересечения им плоскости барьера величина данного угла значительно уменьшается и доходит до  $144^\circ$ . А. Талай выполняет движение больше в «мужской» манере, свойственной для бега с высокими барьерами. Об этом свидетельствует значительный наклон туловища к бедру маховой ноги, незначительная разница между показателями величин угла коленного сустава на рисунках 3.6 и 3.7, составляющая всего  $2^\circ$ , длительное удерживание стопы маховой ноги «на себя». Подобное положение стопы несколько увеличивает радиус действия момента сил, разгибающих маховую ногу в тазобедренном суставе, и тем самым повышает время схода спортсменки с барьера. По мнению специалистов, избежать этого, хотя бы частично можно,

если, начиная с позиции, представленной на рисунке 3.7, активно выполнить движение стопой маховой ноги «от себя».

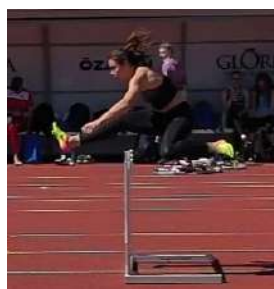


а



б

**Рисунок 3.6. – Момент максимального разгибания маховой ноги в барьерном шаге: а) А. Талай; б) Э. Герман**



а



б

**Рисунок 3.7. – Момент начала сгибания маховой ноги в барьерном шаге: а) А. Талай; б) Э. Герман**

Различия в схеме преодоления барьера наиболее выражено проявляются в момент постановки опорной (маховой) ноги в первом беговом шаге (рисунок 3.8). Угол постановки ноги на опору у А.Талай составляет  $77^\circ$ , угол коленного сустава приближается к  $180^\circ$ , то есть нога ставится на опору практически прямой. Заметно, что к этому моменту спортсменка не полностью закончила выведение толчковой ноги коленом вперед-вверх, что, в частности, затрудняется сильным наклоном туловища вперед. Угол в тазобедренном суставе между туловищем и опорной ногой составляет у нее  $132^\circ$ . Э. Герман касается

опоры при почти вертикальном положении ноги. Угол ее постановки составляет  $86^\circ$ , а угол коленного сустава в этот момент равняется  $172^\circ$ . Общее положение туловища относительно опоры выглядит более прямым, поскольку продольные оси туловища и опорной ноги располагаются под углом  $143^\circ$ , то есть на  $11^\circ$  больше, чем у А. Талай.



а



б

**Рисунок 3.8. – Момент постановки опорной ноги в первом шаге:  
а) А. Талай; б) Э. Герман**

Однако к моменту отрыва опорной ноги от поверхности дорожки мы наблюдаем практически идентичные позы предполетной фазы у обеих спортсменок. Их характеризует оптимальное расположение общей оси бедра и голени относительно дорожки: А. Талай –  $63^\circ$ , Э. Герман –  $59^\circ$ ; неполное выпрямление толчковой ноги в момент отрыва от опоры –  $161^\circ$  и  $158^\circ$  соответственно, вертикальное положение голени переносной ноги, эффективная работа рук (рисунок 3.9).



а



б

**Рисунок 3.9. – Момент окончания отталкивания в первом шаге:  
а) А. Талай; б) Э. Герман**

### 3.2 Алина Талай, МСМК

Представленный к анализу структурный элемент системы соревновательных действий спортсменки реализован в беге на 60 м с барьерами, где был зафиксирован результат 8,06 с. Следует заметить, что рассматриваемый забег осуществлялся после ряда выступлений в Европе и длительного переезда в Республику Беларусь и это, в отсутствие серьезной конкуренции со стороны участниц забега, в должной мере отразилось на времени преодоления соревновательной дистанции. Тем не менее, последний составляет 97,6 % от лучшего достижения бегуньи, и в связи с этим рассматриваемая система движений вполне достоверно отражает некоторые специфические особенности временной, пространственной и ритмо-темповой структур соревновательного упражнения спортсменки.

Предметом исследования явились характеристические особенности барьерного бега спортсменки между 4-м и 5-м препятствиями с преодолением последнего, поскольку именно здесь элитные бегуньи на 100 м с барьерами демонстрируют максимальные показатели скорости бега и демонстрируют свою техническую подготовленность на предельном уровне проявления двигательных возможностей [1].

Общее время преодоления изучаемого отрезка составило у А. Талай 0,968 с, что в целом согласуется с имеющимися в специальной литературе данными и свидетельствует о способности бегуньи уже сейчас достигать на отдельных участках барьерной дистанции того уровня дистанционной скорости, который характерен для элитных представительниц этого вида легкой атлетики. В связи с этим, на наш взгляд, стратегическая задача ее подготовки состоит в развитии специальной выносливости, что позволит сохранить уровень набранной скорости на последующих 3–4 барьерах и избежать ее критических потерь на заключительной стадии дистанции.

В таблице 3.2 представлены временные и ритмо-темповые характеристики настоящего исследования, а также интересующие нас количественные показатели преодоления четвертого межбарьерного участка в тренировочных заданиях с несколько укороченной расстановкой барьеров (8,25 м). Для сравнения также использованы аналогичные данные Э. Герман, полученные при стандартной расстановке барьеров.

Анализ рассматриваемых показателей свидетельствует, что с увеличением межбарьерного расстояния в 1-м и 3-м беговых шагах наблюдается определенное снижение их частоты, причем

наибольшие изменения обнаружены в величине частоты первого шага, где отмечено ее уменьшение на 1,11 ш/с. Заметно, что это явилось следствием совместного увеличения времени как опорного, так и полетного периодов данного технического элемента. Можно предположить, что стандартная расстановка барьеров некоторым образом повлияла на соответствующее изменение угла постановки опорной ноги в этом шаге, что привело к увеличению горизонтальной составляющей реакции опоры, направленной против движения спортсменки и вызвавшей обнаруженные изменения. Частота же шагов барьерного и второго шага обнаружили некоторую тенденцию к повышению этой характеристики, более выраженную в межбарьерном беге. На фоне же Э. Герман современный вариант построения беговой программы А. Талай характеризуется значительной активностью специализированных движений в 1-м и 3-м шагах, где ее преимущество достигает порядка 0,5 ш/с.

Таблица 3.2. – Временные и темпо-ритмовые характеристики беговых шагов между четвертым и пятым барьерами

Шаги	Барьерный шаг		Первый шаг		Второй шаг		Третий шаг	
	Опора	Полет	Опора	Полет	Опора	Полет	Опора	Полет
А. Талай, 8,25 м	0,109	0,314	0,069	0,063	0,109	0,122	0,106	0,069
Частота шагов	2,36		7,52		4,32		5,51	
КБА	2,88		0,91		1,12		0,65	
А. Талай, 8,50 м	0,108	0,304	0,084	0,072	0,108	0,108	0,108	0,076
Частота шагов	2,42		6,41		4,63		5,43	
КБА	2,81		0,86		1,00		0,70	
Э. Герман, 8,50 м	0,116	0,294	0,89	0,83	0,112	0,129	0,109	0,096
Частота шагов	2,44		5,88		4,34		4,88	
КБА	2,53		0,93		1,15		0,88	

*Примечание:* КБА – коэффициент беговой активности (время полета/время опоры).

Следует отметить незначительные, но все же положительные изменения, характеризующие качество преодоления 5-го барьера. Заметно, что опорное взаимодействие спортсменки в этом

специфическом элементе не претерпело значительных изменений и осталось практически на прежнем уровне – 0,108 с. Позитивное уменьшение обнаружено во временном показателе полетного периода. Возможности скоростной съемки позволили нам составить достаточно объективную хронограмму разворачивания системы движений при преодолении этого барьера. Начальным моментом двигательного действия мы избрали момент отрыва толчковой ноги от опоры. Первая фаза заканчивалась в момент пересечения плоскости барьера подошвенной поверхностью маховой ноги. Длительность этого движения у А. Талай при стандартной расстановке барьеров составила 0,080 с, что свидетельствует о значительном, на 0,032 с, сокращении времени «атаки» барьера у этой спортсменки. Продолжительность же выполнения последующих элементов несколько возросла. Так, время нахождения тела спортсменки над барьером увеличилось на 0,005 с, а «сход» с него – на 0,008 с. Таким образом, при общей положительной динамике совершенствования полетного периода заметны некоторые незначительные потери времени в работе над барьером и после него. Однако следует иметь в виду, что, поскольку это явление характерно для каждого из десяти барьеров, суммарные потери в таком случае составляют уже 0,13 с и это еще без учета влияния утомления спортсменки на этот процесс.

На рисунках 3.10 и 3.11 представлены моменты постановки и отрыва опорной ноги от поверхности дорожки в 3-м шаге. Последний является важным звеном в подготовке двигательных действий по преодолению барьера и в связи с этим весьма важно рассмотреть те пространственные изменения звеньев тела бегуни, которые произошли в связи с новой расстановкой барьеров и, естественно, временем. Первое, на что следует обратить внимание – характер постановки ноги на опору. За счет активного сведения бедер в предыдущем шаге и оптимального расслабления мышц коленного сустава спортсменка обеспечивает вертикальное положение голени относительно дорожки в момент ее касания стопой. При этом обнаруживается некоторое различие в формировании этого процесса относительно ранее установленного, проявляющееся в образовании первичного контакта стопы с дорожкой. В настоящее время, этот факт проявляется только при покадровом анализе скоростной видеосъемке, бегунья ставит опорную ногу уже с передней части стопы, что приводит к более эффективному распределению нагрузки на различные мышечные группы в момент амортизации и тем самым снижает вероятность их повреждения. Однако при этом

обнаруживается более острый угол постановки ноги ( $66^\circ$ ), вызванный ее значительным сгибанием в коленном суставе ( $138^\circ$ ). Следует также обратить внимание на чрезмерный угол наклона туловища, составляющий в данный момент  $16^\circ$ , в то время как у элитных бегуний он не превышает  $10^\circ$ . Момент завершения отталкивания в 3-м шаге свидетельствует о выраженном проявлении горизонтального компонента движения у спортсменки (рисунок 3.11). В данном случае это аргументируется неполным разгибанием опорной ноги в коленном суставе ( $156^\circ$ ) и в соответствии с этим уменьшением угла отталкивания ( $62^\circ$ ), позволяющим целенаправленно увеличивать продольную компоненту силового взаимодействия спортсменки с опорой. В момент отталкивания от опоры уменьшается на  $5^\circ$  и угол наклона туловища, способствуя тем самым организации оптимального угла отталкивания.



а

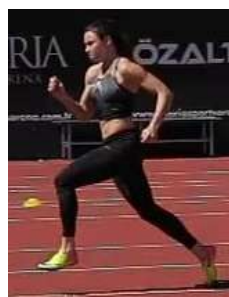


б

**Рисунок 3.10. – Момент постановки ноги в третьем шаге:**  
а) 2020 г.; б) 2018 г.



а



б

**Рисунок 3.11. – Момент окончания отталкивания в третьем шаге:**  
а) 2020 г.; б) 2018 г.

Организация постановки толчковой ноги в барьерном шаге с позиции визуального восприятия двигательной конструкции не претерпела значительных изменений (рисунок 3.12). Касание дорожки характеризуется практически тем же наклоном туловища вперед ( $13^\circ$ ), но при этом возникает ощущение, что спортсменка несколько изменила направление своего взгляда, что должно было положительно отразиться на соотношении напряжения мышц передней и задней поверхности туловища. Следует отметить, что при стандартной позиции барьеров угол постановки опорной ноги уменьшился на  $6^\circ$  (до  $61^\circ$ ). Естественно, это вызвало увеличение отрицательной горизонтальной реакции опоры, негативное воздействие которой в некоторой степени компенсировалось уменьшением угла коленного сустава до  $165^\circ$ . Биомеханически это более выгодная поза, поскольку создаются комфортные условия организации всего процесса отталкивания и атаки барьера посредством снижения ударной нагрузки на опорно-двигательный аппарат спортсменки и изменения вектора результирующей силы опорного взаимодействия.



а



б

**Рисунок 3.12. – Момент постановки толчковой ноги в барьерном шаге:  
а) 2020 г.; б) 2018 г.**

Фаза амортизации длится у спортсменки около  $0,060$  с, в течение которой наклон туловища увеличивается еще на  $4^\circ$ , угол коленного сустава опорной ноги уменьшается до  $151^\circ$ , а голеностопного – до  $106^\circ$ . Последующее отталкивание бегунья выполняет за  $0,048$  с, усиливая действие силы тяжести на продольное перемещение ОЦМТ дополнительным наклоном туловища вперед, отклоняя его от вертикали практически на  $25^\circ$  (рисунок 3.13). Вместе с тем следует отметить, что положение головы относительно туловища стало более естественным и это, несомненно, сыграло положительную

роль в снижении тонуса мышц плечевого пояса. Момент потери контакта с опорой характеризуется углом отталкивания в  $69^\circ$  и практически полным разгибанием толчковой ноги в коленном и голеностопном суставах:  $169^\circ$  и  $151^\circ$  соответственно. На рисунке 3.13 заметно, что движения опорной ноги согласованно взаимодействуют с маховым движением переносной ноги. Активно сгибая правую ногу в тазобедренном суставе при атаке барьера, продольная ось бедра занимает горизонтальное положение, спортсменка достигает оптимального угла разведения бедер ( $100^\circ$ ), создавая тем самым качественные условия для реализации механизма упругой деформации мышц в последующих двигательных действиях (рисунок 3.14). Угол коленного сустава маховой ноги составляет при этом около  $66^\circ$ , что создает условия для параллельного расположения продольных осей правой голени и левого бедра.



а



б

**Рисунок 3.13. – Момент окончания отталкивания в барьерном шаге:  
а) 2020 г.; б) 2018 г.**



а



б

**Рисунок 3.14. – Момент максимального разгибания маховой ноги:  
а) 2020 г.; б) 2018 г.**

На рисунке 3.14 заметно, что некоторые двигательные действия А.Талай, связанные с преодолением барьера, претерпели определенные изменения. В первую очередь это относится к положению туловища над барьером, продольная ось которого удерживается в ранее обозначенной позе. В связи с этим можно сделать вывод о том, что спортсменка некоторым образом перестроила функцию этой части тела на элемент динамической осанки, что, на наш взгляд, повысило рациональность биомеханической конструкции, отвечающей за многократный переход ОЦМТ через препятствие. Вместе с тем, возможно в силу индивидуальных антропометрических особенностей, перенос маховой ноги через барьер, который А. Талай выполняет больше в «мужской» манере, свойственной для бега с высокими барьерами, остался практически без изменений. Об этом свидетельствует незначительная разница между показателями величин угла коленного сустава в процессе преодоления барьера, а также длительное удерживание стопы маховой ноги «на себя» [4]. Подобное положение стопы несколько увеличивает радиус действия момента сил, разгибающих маховую ногу в тазобедренном суставе, и тем самым повышает время схода спортсменки с барьера.

Можно предположить, что сохранение пространственной ориентации туловища в процессе перехода спортсменки через барьер позитивным образом отразилось и на конструкции опорного контакта в первом межбарьерном шаге. При некотором снижении угла постановки толчковой ноги на поверхность дорожки (с  $77^\circ$  до  $72^\circ$ ) наблюдается значительное уменьшение величины угла ее коленного сустава (до  $165^\circ$ ), что создает благоприятные условия для снижения ударных нагрузок, возникавших у спортсменки при контакте прямой ногой с опорой (рисунок 3.15а и б). При этом визуально заметно и более позитивное расположение стопы и голени правой ноги, позволяющее более эффективно выполнять демпфирующую функцию их сочленения.

Однако следует отметить, что в процессе схода с барьера спортсменке не удалось сохранить пространственное положение продольной оси туловища и головы, угол наклона которой составил в момент постановки около  $35^\circ$ . Возможно это является причиной некоторого отведения голени маховой ноги влево, поскольку позиция туловища не позволяет в должной мере осуществить выведение левого бедра вперед-вверх и тем самым вывести плоскость маховой ноги в вертикальное положение.



а



б



в

**Рисунок 3.15. – Момент постановки опорной ноги в первом шаге:  
а) 2020 г.; б) 2018 г.; в) Э. Герман**

**Заключение.** Временной показатель преодоления четвертого межбарьерного отрезка свидетельствует о высоком уровне специальной скоростной подготовленности спортсменки. Пролонгирование достигнутого временного уровня преодоления на последующие 2–3 барьерных элемента и минимизация снижения скорости на заключительной части дистанции позволит бегунье выйти на результат в пределах 12,35–12,50 с.

Время преодоления барьера возможно сократить за счет совершенствования телодвижений над препятствием и схода с него. В связи с этим рекомендуется обратить внимание на положение туловища над барьером и характер работы стопы маховой ноги.

### **3.3 Виталий Парахонько, МСМК. Результат – 13,71 с**

Максимальная скорость преодоления межбарьерных отрезков в беге на 110 м с барьерами у мужчин достигается в большинстве случаев уже после третьего препятствия [4]. Высококвалифицированные бегуны преодолевают это расстояние (9,14 м) за 1,00–1,02 с. Должный уровень специальной работоспособности позволяет спортсменам удержать эту скорость еще на протяжении 4–6 отрезков. Данная специализированная съемка производилась на участке между 4-м и 5-м барьерами на уровне последнего. Такое расположение камеры позволило в требуемой плоскости качественно зафиксировать характер двигательных действий при преодолении 5-го барьера.

Анализировалась система двигательных действий бегуна в процессе преодоления четвертого межбарьерного отрезка: три беговых шага и один барьерный. Определялись временные, пространственные

и темпо-ритмовые характеристики перемещения спортсмена между 4-м и 5-м барьерами. Кроме этого, анализ кинограммы позволил выполнить качественный биомеханический анализ отдельных элементов техники, в известной мере определяющих эффективность специфических двигательных действий.

Общее время преодоления изучаемого отрезка составило у В. Парахонько 1,03 с, что свидетельствует о достижении бегуном высокой абсолютной скорости пробегания межбарьерного отрезка и предоставляет возможность объективно рассмотреть характер и особенности формирования как отдельных элементов техники, так и целостного двигательного действия в экстремальных условиях функционирования двигательного аппарата. Выявленный уровень скорости преодоления рассматриваемого соревновательного отрезка позволяет также сделать вывод о том, что В. Парахонько, при должном характере дальнейшем подготовки, способен вплотную приблизиться к рубежу 13 с в этом виде легкой атлетики. Серьезным аргументом для подобного утверждения является тот факт, что в скоростном аспекте он практически вышел на уровень необходимых требований для достижения этого результата. Отсюда важнейшей стратегической задачей в решении затронутого вопроса является развитие специальной выносливости спортсмена с целью поддержания достигнутой скорости на протяжении второй половины дистанции. Исследование динамики скорости элитных бегунов показывает, что недостаток именно этого качества приводит как к увеличению времени преодоления заключительных отрезков до 1,05–1,10 с, так и к возникновению на этой основе технических ошибок, приводящих, в конечном итоге, к снижению скорости передвижения спортсменов [3].

В таблице 3.3 приведены отдельные временные и темпо-ритмовые характеристики беговых шагов спортсмена на изучаемом отрезке. Для сравнения представлены некоторые аналогичные показатели одного из сильнейших барьеристов прошлых лет, имевшего в своем активе на этой дистанции результат 13,3 с (таблица 3.4).

Сравнение временных характеристик показало, что по многим параметрам результаты В. Парахонько весьма близки к моделям бега элитных барьеристов. Величина опорных периодов свидетельствуют о достаточном уровне специальной силовой подготовленности спортсмена, позволяющем ему качественно осуществлять взаимодействие ноги с дорожкой во временных границах, определяющих рациональность этого процесса. Некоторое

расхождение цифровых данных в пользу нашего спортсмена можно аргументировать более точной методикой съема количественной информации. Подобная картина в целом прослеживается и при сравнении времени полетных периодов. Здесь только безопорное положение В. Парахонько в первом беговом шаге значительно короче по продолжительности, чем у А. Прокофьева. При этом им достигается, несмотря на значительный рост спортсмена, очень высокий уровень частоты шагов, что свидетельствует о благоприятных перспективах совершенствования этой способности и в последующих беговых действиях (таблица 3.3). Следует заметить, что повышение частоты циклических действий является стратегической задачей повышения спортивного мастерства представителей этого вида легкой атлетики, поскольку константность расстановки барьеров не позволяет в должной мере варьировать длиной шага.

Таблица 3.3. – Временные и темпо-ритмовые характеристики беговых шагов между четвертым и пятым барьерами В. Парахонько (результат – 13,71 с)

Шаги	Барьерный шаг		Третий шаг		Второй шаг		Первый шаг	
	Опора	Полет	Опора	Полет	Опора	Полет	Опора	Полет
Временные характеристики	0,135	0,330	0,119	0,066	0,125	0,116	0,089	0,050
Частота шагов	2,15		5,41		4,15		7,19	
КБА	2,44		0,55		0,93		0,56	

*Примечание:* КБА – коэффициент беговой активности (время полета/время опоры).

Таблица 3.4. – Временные и пространственные характеристики шагов 8-го межбарьерного отрезка А. Прокофьева (результат – 13,3 с) [5]

Характеристики	1-й шаг	2-й шаг	3-й шаг	Барьерный шаг
Время опоры, с	0,10	0,14	0,12	0,14
Время полета, с	0,08	0,12	0,07	0,32
Время шага, с	0,18	0,26	0,19	0,46
Длина шага, м	1,78	2,06	1,85	3,48

На рисунках 3.16–3.18 представлены начальный, промежуточный и заключительный моменты второго бегового шага. В беге между барьерами спортсмен объективно ограничен в проявлении максимума своей абсолютной скорости. Двигательные действия выстраиваются таким образом, чтобы максимально быстро преодолевать расстояние

между барьерами, жестко установленное правилами соревнований. В силу этих причин формируется специфическая пространственная картина перемещения двигательных звеньев, обуславливающая ритмику кинематических и динамических показателей. В рассматриваемом шаге для оптимизации его длины спортсмен не стремится укоротить радиус перемещения переносной ноги путем ее возможного складывания, поскольку в дальнейшем это приведет к увеличению пути перемещения ОЦМТ и нарушению способа построения этого элемента (рисунок 3.17).



**Рисунок 3.16. – Момент постановки ноги на опору во втором беговом шаге**



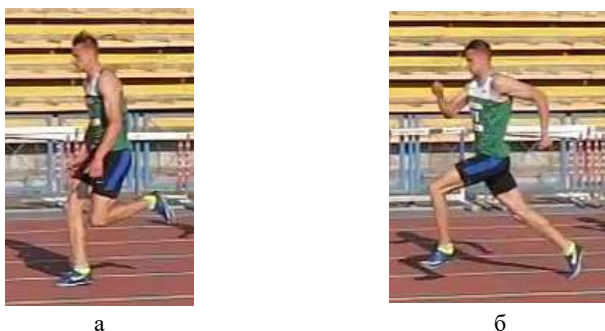
**Рисунок 3.17. – Момент вертикали во втором беговом шаге**



**Рисунок 3.18. – Момент отрыва ноги от опоры во втором беговом шаге**

Подобная специфика выстраивания элементов бегового цикла наблюдается и в третьем шаге. Для формирования оптимальной исходной позиции последующего барьерного шага бегун вынужден

здесь осуществлять постановку ноги практически на всю стопу под углом в  $69^\circ$ . При этом он значительно сгибает ногу в коленном суставе ( $143^\circ$ ) и активно сближает бедра опорной и переносной ноги (рисунок 3.19а). Это позволяет ему сократить полетный период третьего шага, довести его частоту до 5,41 ш/с и тем самым создать условия для выполнения акцентированного отталкивания в барьерном шаге. Этому же способствует и оптимальный угол коленного сустава опорной ноги в момент ее отрыва от дорожки ( $158^\circ$ ) и контролируемое разведение бедер в полете ( $84^\circ$ ).

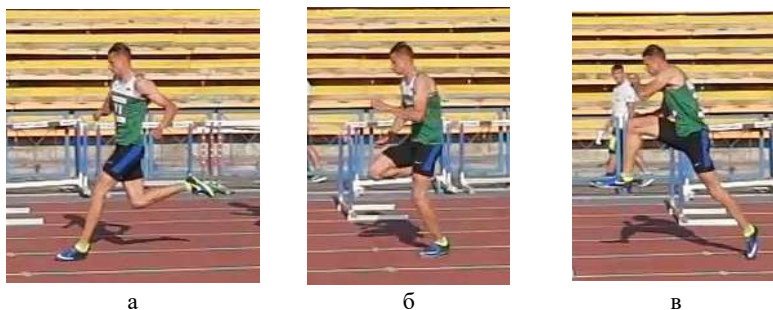


**Рисунок 3.19. – Момент постановки (а) и отрыва (б) ноги от опоры в третьем беговом шаге**

На рисунке 3.20 представлена визуальная картина организации опорного взаимодействия спортсмена в барьерном шаге. На поверхность дорожки нога ставится с пятки с мгновенным переходом на всю подошвенную поверхность стопы. Процесс занимает порядка 0,0066 с. Угол постановки двигательного звена на опору –  $57^\circ$ . Общая позиция спортсмена характеризуется практически вертикальным положением туловища, наклон вперед в пределах  $4^\circ$ , высокой посадкой, поскольку угол тазобедренного сустава опорной ноги составляет  $146^\circ$ , а коленного –  $160^\circ$ . Бедро переносной ноги в этом момент весьма близко к вертикальному положению, а угол разведения бедер находится в пределах  $42^\circ$ . Подобное взаиморасположение двигательных звеньев в данный момент создает позитивные предпосылки для развертывания дальнейших системных действий.

На вертикали барьерист продолжает удерживать высокую посадку, сгибая ногу в коленном суставе только до угла  $140^\circ$ , до  $10^\circ$  увеличивает наклон туловища вперед и до  $37^\circ$  доводит угол разведения

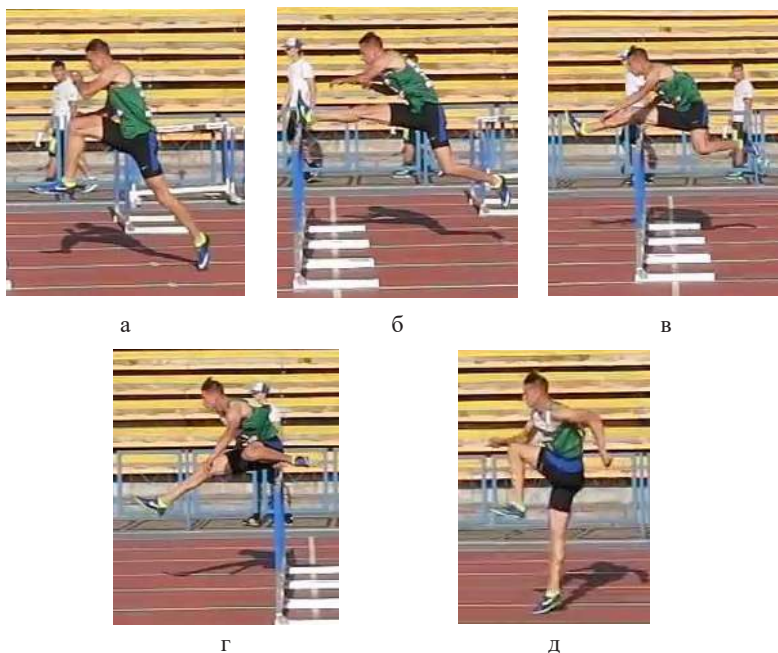
бедер, но уже при главенствующем положении звена маховой ноги. В этой позиции особенное внимание следует уделить угловым характеристикам коленного сустава. Переход спортсмена на более низкие углы работы опорного звена свидетельствует и об изменении режима двигательного аппарата, переходящего в большей мере к использованию силового компонента построения движения. Работа же на высоких углах коленного сустава в большей мере обеспечивает моторное обслуживание энергией упругой деформации, которая способствует более скоростному построению опорных движений.



**Рисунок 3.20. – Моменты постановки (а) и вертикали (б) и отрыва ноги в опорном периоде пятого барьерного шага**

Угол отталкивания в барьерном шаге составляет  $68^\circ$ . При этом, исходя из активности работы спортсмена в тазобедренных, а также голеностопном суставе опорной ноги, именно они в данный промежуток времени являются главными управляющими движениями. Об этом объективно свидетельствует размах угловых изменений в них в заключительной фазе опорного периода. Взаимное расположение продольных осей бедра опорной и маховой ноги увеличилось в фазе отталкивания, по сравнению с предыдущей позой, на  $95^\circ$ , а голени и стопы опорной ноги – на  $50^\circ$ , что определяется соответствующими угловыми скоростями в  $1439,39$  град/с и  $757,57$  град/с. В значительной мере этому способствует и рациональное положение голени маховой ноги в течении реализации этой фазы движения, поскольку конечное значение коленного угла маховой ноги в  $90^\circ$  свидетельствует о минимальном радиусе перемещения ОЦМТ этой биомеханической цепи. Таким же экономически выгодным характеризуется и движение оптимально согнутой левой руки, совпадающее в данный момент с границами перемещения коленного сустава маховой ноги.

Увеличение же угла в коленном суставе опорной ноги составило всего  $24^\circ$ , сопровождаемого скоростью этого процесса в 363,63 град/с. Рациональность начальных двигательных действий подчеркивается и продолжающимся наклоном туловища, составляющим на данный момент  $24^\circ$  и способствующим, тем самым, понижению ОЦМТ над барьером.



**Рисунок 3.21. – Техника преодоления пятого барьера: момент отталкивания (а), момент пересечения плоскости барьера подошвенной поверхностью маховой ноги (б), момент пересечения плоскости барьера коленным суставом маховой ноги (в), момент пересечения плоскости барьера дорсальной частью туловища (г), момент постановки маховой ноги на опору (д)**

Возможности скоростной съемки позволили нам составить достаточно объективную хронограмму разворачивания системы движений при преодолении спортсменом пятого барьера. Начальной точкой отсчета двигательного действия мы избрали снятие толчковой ноги с опоры (рисунок 3.21а). Первая фаза заканчивалась в момент

пересечения плоскости барьера подошвенной поверхностью маховой ноги (рисунок 3.21б). Длительность этого движения у В. Парахонько составила 0,069 с, время прохождения стопы и голени маховой ноги над барьером – 0,131 с (рисунок 3.21в), выведения дорсальной плоскости туловища за барьер – 0,208 с и касания маховой ноги опоры – 0,330 с.

Интересно сопоставить эти данные с аналогичными показателями техники построения барьерного шага у элитных бегуний на 100 м с барьерами. Так, например, у Э. Герман и А. Талай время первой фазы варьирует от 0,096 до 0,112 с, третьей – 0,152 до 0,135 с и последней – 0,294 и 0,314 с.

Естественно, что решая двигательную задачу преодоления барьера, спортсмен с одной стороны стремится максимально сократить временной промежуток этого действия, а с другой – не контактировать с препятствием в процессе выполнения этого технического приема, так как, согласно практическому опыту, это увеличивает время барьерного шага. Для этого им выполняется ряд специфических движений, способствующих рациональному формированию системы движений в полетном периоде над барьером. В начальной фазе он увеличивает наклон туловища до 40°, дополнительно понижая ОЦМГ над барьером. С той же целью полностью выпрямляет маховую ногу в коленном суставе (до 176°) и сохраняет должный угол разведения бедер (108°). Начиная с позиции на рисунке 3.21в, допускает некоторое сгибание маховой ноги в коленном суставе до угла в 155°, которое в дальнейшем способствует как ускоренной ее постановке на опору, так и быстрому выведению толчковой ноги за плоскость барьера. Наклон туловища в этот момент увеличивается до 50°. После выведения стопы толчковой ноги за плоскость барьера, начинается обратное выпрямление маховой ноги и к моменту ее постановки на опору угол коленного сустава увеличивается до 178° (рисунок 3.21г). Подобное расположение продольных осей бедра и голени в заключительной фазе, активное разгибание в тазобедренном и голеностопном суставах обеспечивают спортсмену значительный угол постановки правой ноги на опору, составляющий 74°, и упругое взаимодействие рабочей цепи с опорой (рисунок 3.22).

Рассмотренная организация опорного взаимодействия создает должные условия для формирования минимального по времени периода контакта спортсмена с дорожкой, составляющего всего лишь 0,089 с. В совокупности с непродолжительным периодом полета В. Парахонько достигает в этом шаге максимально возможной для

себя частоты шагов – 7,19 ш/с. Этому также способствует активное выведение вперед-вверх бедра толчковой ноги в заключительной фазе барьерного шага, продольная ось которого в момент образования нового контакта составляет с горизонталью положительный угол в  $23^\circ$  (рисунок 3.22). В свою очередь, на повышение скорости выноса бедра толчковой ноги вперед положительно влияет сохранение острого угла (порядка  $60^\circ$ ) в коленном суставе левой ноги, которое минимизирует рабочие усилия по выведению рабочего звена на исходную позицию посредством сохранения радиуса движения его ОЦМТ.



**Рисунок 3.22. – Момент постановки ноги в первом барьерном шаге**

Начало полетного периода первого шага характеризуется практически вертикальным положением туловища, наклон которого составляет всего лишь  $2^\circ$  и углом отталкивания в  $65^\circ$  (рисунок 3.23). При этом спортсмен не стремится к полному разгибанию правой толчковой ноги в коленном суставе ( $158^\circ$ ), тем самым создавая условия для увеличения горизонтальной составляющей реакции опоры.



**Рисунок 3.23. – Момент начала полетного периода в первом барьерном шаге**

**Заключение.** Анализ научно-методической литературы показывает, что достигнутый В. Парахонько временной уровень преодоления четвертого межбарьерного отрезка позволяет ему, при должном сохранении достигнутого параметра, вплотную приблизиться к рубежу 13 с на этой барьерной дистанции. Основная стратегия подготовки в таком случае заключается в повышении специальной выносливости спортсмена, которая должна способствовать удержанию или минимальному снижению скорости спортсмена. В практике рассматриваемого вида легкой атлетики элитные бегуны демонстрируют примеры практически равномерного прохождения соревновательной дистанции, начиная с третьего барьера.

Повышение эффективности организации опорного периода барьерного шага связано с изменением конструкции постановки стопы на опору [6]. Этому должен способствовать первоначальный контакт передней части стопы с поверхностью дорожки, что в определенной мере позволит увеличить рекуперацию потенциальной энергии растяжения эластичных структур опорной ноги.

- 
1. Балахничев, В. В. Бег на 110 м с барьерами / В. В. Балахничев. – М. : Физкультура и спорт, 1987. – 80 с.
  2. Озолин, Э. Спринтерский бег / Э. Озолин. – М. : Человек, 2010. – 176 с.
  3. Брейзер, В. Над барьером Вера Акимова и Надежда Коршунова / В. Брейзер, В. Папанов // Легкая атлетика. – 1984. – № 11. – С. 16–17.
  4. Аракелян, Е. Е. Барьерный бег / Е. Е. Аракелян, Е. А. Разумовский, Л. А. Черенева // В кн.: Легкая атлетика : учеб. для ин-тов физ. культ. / под ред. Н. Г. Озолина, В. И. Воронкина, Ю. Н. Примакова. – 4-е изд., доп., перераб. – М. : ФиС, 1989. – С. 334–373.
  5. Балахничев, В. На дистанции Андрей Прокофьев / В. Балахничев, В. Папанов // Легкая атлетика. – 1979. – № 11. – С. 16–18.
  6. Мехрикадзе, В. В. Барьерный бег (техника и методика обучения) : учеб.-метод. пособие / В. В. Мехрикадзе, Л. А. Черенева. – М. : РГСУ, РГУФКСИТ, 2008. – 78 с.

## ГЛАВА 4

### ПРЫЖОК В ВЫСОТУ

#### 4.1 Карина Таранда, МСМК

В настоящем исследовании на основе анализа временных, пространственных и темповых характеристик разбега девяти попыток К. Таранда, в одной из которых она преодолела планку на рекордной для себя высоте в 190 см, рассмотрены особенности одного из вариантов структурного построения циклической части соревновательного упражнения.

Решая двигательную задачу по созданию оптимальных условий для реализации эффективного отталкивания в своем соревновательном упражнении, основными из которых являются конечная скорость разбега и пространственная ориентация прыгуна, спортсменка использует своеобразную систему построения своего разбега, характеризующуюся наличием трех участков циклической фазы прыжка в высоту. Разбег прыгуньи состоит из 13 беговых шагов. Начальный участок разгона двигательной системы составляют 6 беговых шагов. Выполняются они с постепенным наращиванием скорости передвижения и характеризуются последовательным уменьшением как времени взаимодействия спортсменки с опорой, так и сокращением их полетной фазы (таблица 4.1, рисунок 4.1). Относительно низкий коэффициент активности, в пределах 0,60–0,80 у. е., косвенно свидетельствует о наличии двигательной установки на беговое построение циклических элементов, позволяющее в дальнейшем более эффективно перейти к формированию следующей стадии разбега прыгуньи.

Анализ отличительных особенностей этого процесса показывает, что заметное наращивание частоты беговых шагов с 1,38 до 3,37 ш/с на протяжении первых четырех циклических действий переходит в ее стабилизацию в пятом шаге, а затем к достаточно значимому увеличению в шестом. Причем в этом заключительном элементе начальной стадии разбега рост частоты шагов целиком происходит за счет сокращения времени полетной фазы (таблица 4.1). Подобная вариация параметров бегового шага в прыжках в высоту характерна для последнего перед отталкиванием цикла движений, создающего рациональные условия для качественного взаимодействия прыгуна с опорой с целью увеличения последующей полетной фазы.

Таблица 4.1. – Временные и темповые характеристики разбега К. Таранда в прыжке (190 см, +)

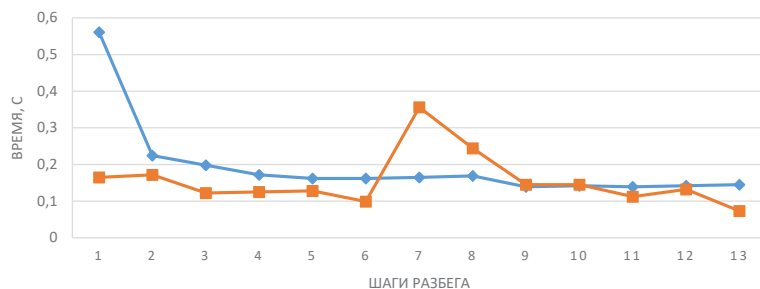
Характеристики	1-й шаг		2-й шаг		3-й шаг	
	Опора	Полет	Опора	Полет	Опора	Полет
Время, с	0,561	0,165	0,224	0,172	0,198	0,122
Частота шага, ш/с	1,38		2,53		3,13	
КА	0,29		0,77		0,62	
Характеристики	4-й шаг		5-й шаг		6-й шаг	
	Опора	Полет	Опора	Полет	Опора	Полет
Время, с	0,172	0,125	0,162	0,128	0,162	0,099
Частота шага, ш/с	3,37		3,45		3,83	
КА	0,73		0,79		0,61	
Характеристики	7-й шаг		8-й шаг		9-й шаг	
	Опора	Полет	Опора	Полет	Опора	Полет
Время, с	0,165	0,356	0,169	0,244	0,139	0,145
Частота шага, ш/с	1,92		2,42		3,52	
КА	2,15		1,44		1,04	
Характеристики	10-й шаг		11-й шаг		12-й шаг	
	Опора	Полет	Опора	Полет	Опора	Полет
Время, с	0,142	0,145	0,139	0,112	0,142	0,132
Частота шага, ш/с	3,48		3,98		3,65	
КА	1,02		0,81		0,93	
Характеристики	13-й шаг		Отталкивание 0,158			
	Опора	Полет				
Время, с	0,145	0,073				
Частота шага, ш/с	4,59					
КА	0,50					

Примечания: + – удачная попытка; КА – коэффициент беговой активности, равный делению времени полета на время опоры.

Тенденция изменения количественных показателей опорной фазы на данном участке указывает на преобразование механизма организации поступательного перемещения спортсменки с силового на реактивно-баллистический. В последнем реальное значение приобретает эффективное использование энергии упругой деформации специализированного двигательного аппарата.

Объективным подтверждением подобного заключения является высокое расположение пятки опорной ноги в момент ее переключения с уступающей работы на преодолевающую (рисунок 4.2а). По

свидетельству специалистов, данный конкретный факт указывает на эффективную работу двигательного звена по использованию «даровых» реактивных сил [1].



**Рисунок 4.1. – Продолжительность опорных (◇) и полетных (□) фаз разбега в удачном прыжке на 190 см**



**Рисунок 4.2. – Положение стопы относительно дорожки в различных беговых шагах: а) второй; б) седьмой; в) восьмой; г) девятый**

В середине разбега, а это связано с выполнением седьмого и восьмого шагов, происходит смена содержания двигательной установки в связи с изменением текущей соревновательной необходимости. Рассматриваемые циклические действия выполняются в явно выраженном прыжковом формате, о чем убедительно свидетельствует значительное увеличение коэффициентов активности этих шагов, основанное на возросшей продолжительности полетных фаз (таблица 4.1). Подобная структурная перестройка разбега, с точки зрения системного построения рассматриваемого элемента,

значительно усложняет его организацию и в определенной мере снижает надежность и стабильность выполнения циклической части данного соревновательного упражнения. Однако с другой стороны, а речь идет о формировании морфофункциональных предпосылок в работе специализированной системы движений в целом, наличие подобных изменений в структуре разбега положительным образом влияет на ее биологическую составляющую. Нам представляется, что воздействие акцентированного, выполненного в прыжковой форме седьмого бегового шага направлено на оптимальную активизацию механизма использования энергии упругой деформации в специфических элементах рабочей двигательной системы [2].

В связи с этим седьмой и восьмой шаги разбега качественно и, по некоторым временным и пространственным показателям, количественно отличаются от элементов начальной стадии разбега. Сохраняя продолжительность временной организации опорного взаимодействия в пределах уже существующего уровня, а это составляет около 0,160–0,170 с, прыгунья резко увеличивает время полетной фазы в рассматриваемых двигательных циклах. В седьмом шаге оно составляет 0,356 с, а в восьмом – 0,244 с. На наш взгляд, это достигается за счет увеличения динамической составляющей опорного взаимодействия, а также изменения пространственного взаимодействия двигательных звеньев в полетной фазе. Так, угол максимального разведения бедер в седьмом шаге достигает  $152^\circ$ , а в восьмом –  $121^\circ$ . Все это приводит к значительному изменению длины рассматриваемых шагов. Так, например, протяженность седьмого шага увеличивается до 3,5 м (рисунок 4.3).



**Рисунок 4.3. – Максимальное разведение бедер в полетной фазе седьмого шага**

Длительная фаза полета и его высокая траектория в седьмом шаге позволяют прыгунье подготовиться к постановке ноги (толчковой) на опору (рисунок 4.4). Сформировав в полете качественную динамическую осанку целостной системы «левая стопа – голова», спортсменка эффективно организует свой первичный контакт с дорожкой. В момент постановки стопы на опору системная ось образует с поверхностью сектора угол в  $80^\circ$ .



**Рисунок 4.4. – Момент постановки толчковой ноги  
в восьмом беговом шаге**

При этом угол постановки ноги на опору составляет порядка  $67^\circ$ , а угол коленного сустава –  $154^\circ$ . Взаимодействие с опорой также характеризуется построением эффективной двигательной координации. Амплитуда фазы амортизации в коленном суставе составляет у прыгуньи около  $12\text{--}13^\circ$ , то есть уступающая работа специфических мышечных групп происходит в диапазоне, способствующем максимальному накоплению в них энергии упругой деформации. Об этом объективно свидетельствует и такой показатель, как время нахождения спортсменки на опоре. Несмотря на значительную динамическую нагрузку, возникающую в данный момент, прыгунья, благодаря рациональному расположению двигательных звеньев и высокому уровню специальной подготовленности, выполняет опорное взаимодействие за  $0,169$  с, то есть практически его не увеличивая. При этом и на данном участке наблюдается продолжение эффективной работы опорной ноги в голеностопном суставе (рисунок 4.2б, в, г). Спортсменка сохраняет бесконтактное положение пятки в момент смены режимов работы мышечного аппарата рассматриваемого двигательного звена.

Заключительный участок разбега формируется под влиянием новой двигательной установки, снова ориентирующей прыгунью

на беговой характер выполнения оставшихся двигательных циклов. С момента окончания действия прыжковой установки, а это происходит в девятом беговом шаге, значительно сокращается время взаимодействия спортсменки с опорой. Теперь оно в среднем составляет около 0,140 с и в связи с этим, по сравнению с начальным этапом, увеличивается коэффициент активности беговых действий, поскольку продолжительность полетных фаз не претерпевает значительных изменений (таблица 4.1). В этой трансформации опорных фаз мы и обнаруживаем положительное влияние предшествующих ударных нагрузок на опорно-двигательный аппарат прыгуньи, который на самом ответственном участке разбега начинает работать, как нам представляется, на более эффективном энергетическом уровне. Умелое использование упругих сил позволяет спортсменке сконцентрироваться на ритмо-темповой структуре заключительных шагов, играющей в данный момент решающую роль в организации условий для рационального отталкивания от опоры.

Ритмом и темпом последних трех шагов, как показывает анализ количественных данных, спортсменка управляет только за счет изменения длительности фазы полета. Параметры этих действий составляют соответственно 0,112–0,132 и 0,073 с. В целом это создает качественные предпосылки для телодвижений и движений прыгуньи, формирующих как элементы динамической осанки, так и главные управляющие движения отталкивания, позволяющие эффективно реализовать кинетическую энергию разбега. В тоже время хочется заметить, что продолжительность последней полетной фазы спортсменки значимо отличается от аналогичных модельных показателей прыгунов в высоту высокой квалификации. Литературные данные и наши собственные исследования свидетельствуют о том, что данный параметр у них варьирует в пределах 0,045–0,055 с, а угол постановки толчковой ноги на опору составляет порядка 50° [3]. Дальнейшее совершенствование данного двигательного действия для К. Таранда, как нам представляется, может быть связано с сокращением времени полетной фазы последнего шага, уменьшением угла постановки толчковой ноги на опору, сейчас он составляет у спортсменки около 55°, и как следствие, увеличением напряжения специфических мышечных групп в амортизационной фазе отталкивания. Естественно, что при этом техническую реконструкцию рассматриваемого элемента необходимо строго соотносить с уровнем требуемого двигательного обеспечения.

Анализ временных параметров отталкивания позволяет отнести его к разряду реактивно-баллистических движений (таблица 4.2) [4], поскольку ориентация на силовую установку выполнения данного элемента приводит к значительно более длительному контакту прыгуна с опорой, достигающему порой до 0,210–0,230 с. С этих позиций выявленный временной диапазон взаимодействия прыгуны с опорой свидетельствует о рациональной организации основного элемента соревновательного упражнения с одной стороны, а с другой – о наличии благоприятных морфофункциональных предпосылок энергетического обеспечения данного процесса. Основная тенденция в повышении эффективности этой важнейшей части прыжка в высоту должна выражаться, на наш взгляд, в совершенствовании ее динамической структуры как в качественном, так и в количественном аспектах.

Таблица 4.2. – Временные характеристики заключительной части разбега К. Таранда в различных соревновательных попытках

Высота, попытка	Третий шаг, с		Второй шаг, с		Последний шаг, с		Отталкивание
	Опора	Полет	Опора	Полет	Опора	Полет	
193 см, 3 –	0,135	0,122	0,142	0,139	0,142	0,106	0
Частота шага, ш/с	3,89		3,56		4,03		
193 см, 2 –	0,142	0,122	0,139	0,132	0,142	0,095	0,158
Частота шага, ш/с	3,73		3,69		4,22		
193 см, 1 –	0,132	0,112	0,142	0,128	0,142	0,080	0,162
Частота шага, ш/с	4,10		3,70		4,50		
190 см, 2 +	0,139	0,112	0,142	0,132	0,145	0,073	0,158
Частота шага, ш/с	3,98		3,65		4,59		
190 см, 1 –	0,142	0,132	0,139	0,125	0,145	0,106	0
Частота шага, ш/с	3,65		3,79		3,98		
186 см, 2 +	0,139	0,125	0,142	0,132	0,145	0,086	0,158
Частота шага, ш/с	3,79		3,65		4,35		
186 см, 1 –	0,139	0,119	0,139	0,115	0,148	0,083	0,155
Частота шага, ш/с	3,88		3,94		4,33		

Окончание таблицы 4.2

Высота, попытка	Третий шаг, с		Второй шаг, с		Последний шаг, с		Отталкивание
	Опора	Полет	Опора	Полет	Опора	Полет	
183 см, 2 +	0,142	0,129	0,145	0,135	0,145	0,092	0,155
Частота шага, ш/с	3,69		3,57		4,22		
183 см, 1 –	0,142	0,132	0,139	0,122	0,145	0,086	0,162
Частота шага, ш/с	3,65		3,83		4,32		
Среднее	0,139	0,123	0,141	0,129	0,144	0,90	0,158
	3,81		3,71		4,28		

*Примечение:* «+» – удачная попытка, «–» – неудачная попытка.

О стабильности временных параметров разбега в соревновательных попытках на различных высотах можно судить по показателям таблицы 4.2. Здесь представлены данные, характеризующие продолжительность различных периодов трех заключительных беговых шагов разбега в прыжке в высоту, отражающие также темповое и ритмовое своеобразие данной двигательной конструкции. Особое внимание привлекает низкая вариативность контактного взаимодействия спортсменки с опорой. Только на рекордной для нее высоте в третьем шаге обнаруживаются достаточно заметные колебания опорного периода, составляющие порядка 0,01 с. Во всех остальных случаях отклонения не превышают 0,004 с. Следует отметить также, что показатели опорного периода не обнаруживают тенденцию к своему изменению и в связи с изменением уровня решения двигательной задачи в целом, то есть с повышением высоты. Можно предположить, что в данном случае формирование оптимальных условий для каждой отдельной соревновательной попытки происходит за счет изменения динамической структуры непосредственного взаимодействия спортсменки с опорой. Об этом косвенно свидетельствует и динамика времени отталкивания прыгуньи в различных соревновательных попытках.

Наибольшая вариативность временных показателей обнаруживается в параметрах периода полета в последнем шаге, определяющих скорость постановки ноги на место отталкивания. Здесь можно отметить, что в удачных соревновательных попытках, по мере повышения их значимости, данный временной показатель обнаруживает заметную тенденцию к уменьшению (0,092–0,086 и

0,073 с), причем наименьшее его значение соответствует рекордному достижению спортсменки.

**Закключение.** Анализ структурных особенностей циклического элемента в прыжке в высоту свидетельствует о наличии различных подходов к построению системы беговых шагов в этом соревновательном упражнении. В рассматриваемом случае максимальная реализация двигательного потенциала спортсмена связывается с усилением биологических предпосылок повышения эффективности двигательных действий, определяющих качественную сторону реализации отталкивания в прыжке в высоту. По функциональной значимости структурные элементы разбега могут быть последовательно классифицированы как скоростно-образующий, мобилизационный, скоростно-подготовительный. Основным направлением совершенствования рассматриваемой системы движений, характеризующейся оптимальными временными параметрами беговых шагов, следует признать повышение моторного обеспечения в требуемых границах функционирования отдельных телодвижений и движений.

#### **4.2 Максим Недосеков, МСМК**

Основная цель настоящего исследования – создание базового представления о характере построения отдельных элементов соревновательного упражнения М. Недосекова. Предметом изучения в данном случае оказались временные, пространственные и темпоритмовые характеристики разбега и отталкивания двух попыток спортсмена на высоте 223 (удачная) и 234 (неудачная) см.



**Рисунок 4.5. – Момент перехода М. Недосекова через планку на высоте 234 см**

Следует заметить, что в последнем случае только незначительные ошибки при переходе планки на рекордной для себя высоте не позволили ему увеличить личное достижение (рисунок 4.5), однако

это не снижает профессионального интереса к организации системы движений циклической части прыжка.

Таблица 4.3. – Временные и темпо-ритмовые характеристики разбега М. Недосекова в соревновательном прыжке на 234 см (-) и 223 см (+)

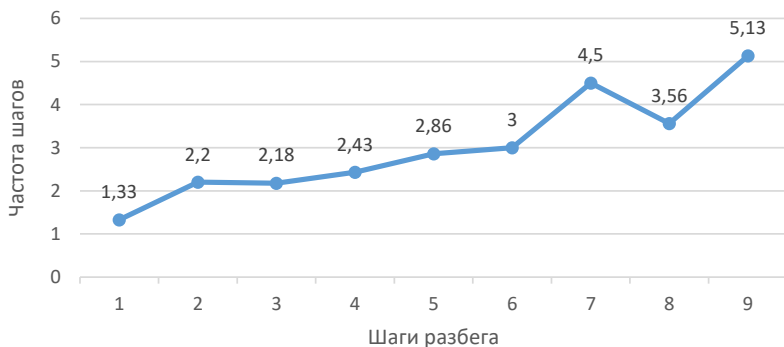
Характеристики	1-й шаг		2-й шаг		3-й шаг	
	Опора	Полет	Опора	Полет	Опора	Полет
Время, с, 234 см 223 см	0,498 0,505	0,254 0,231	0,221 0,238	0,234 0,241	0,205 0,231	0,254 0,215
Частота шага, ш/с	1,33 1,36		2,20 2,09		2,18 2,24	
КА	0,51 0,46		1,06 1,01		1,24 0,93	
Характеристики	4-й шаг		5-й шаг		6-й шаг	
	Опора	Полет	Опора	Полет	Опора	Полет
Время, с, 234 см 223 см	0,188 0,191	0,224 0,224	0,182 0,175	0,168 0,181	0,165 0,168	0,168 0,158
Частота шага, ш/с	2,43 2,41		2,86 2,81		3,00 3,07	
КА	1,19 1,17		0,93 1,03		1,02 0,94	
Характеристики	7-й шаг		8-й шаг		9-й шаг	
	Опора	Полет	Опора	Полет	Опора	Полет
Время, с, 234 см 223 см	0,156 0,162	0,066 0,083	0,162 0,148	0,119 0,129	0,145 0,151	0,050 0,046
Частота шага, ш/с	4,50 4,08		3,56 3,60		5,13 5,08	
КА	0,42 0,52		0,73 0,87		0,35 0,30	
Отталкивание						
0,165 0,165						

*Примечание:* «-» – неудачная попытка; «+» – удачная попытка; КА – коэффициент беговой активности, равный делению времени полета на время опоры.

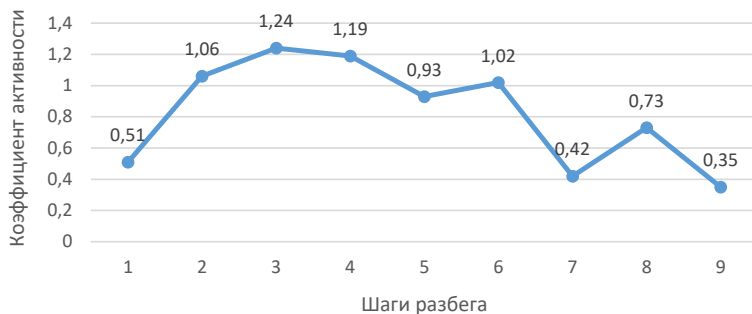
Рассматриваемый случай исполнения соревновательного упражнения привлекает внимание своей психофизической составляющей, характеризующей прыгуна с точки зрения надежности формирования двигательного навыка в условиях высочайшей психической напряженности.

В настоящее время М. Недосеков использует разбег, составляющий 9 беговых шагов (таблица 4.3). Это средняя модельная характеристика рассматриваемого элемента соревновательного упражнения, поскольку встречаются варианты от 6 до 17 шагов. Согласно данным В.И. Тихонина [5], прыгуны с такой длиной разбега относятся в большей мере к силовой группе организации соревновательного упражнения. Однако в конкретном случае, если ориентироваться на уровень соревновательных достижений прыгуна, это, очевидно, оптимальная величина временной протяженности циклических действий, позволяющая с максимальной эффективностью использовать индивидуальный психофизический потенциал спортсмена. С этих позиций аргументированное увеличение количества беговых шагов разбега является одним из вариантов совершенствования целостной системы прыжка.

В структуре циклической части соревновательного упражнения М. Недосекова четко выделяются две ее основные составляющие: стартовый разгон, а также подготовка и переход к отталкиванию (таблица 4.3, рисунок 4.6). Создание оптимального уровня скорости передвижения спортсмена происходит на основе использования равноускоренного варианта ее нарастания. Шаг 2–4-й характеризуются увеличенным полетным периодом, поскольку здесь происходит активное преодоление инерции покоя стартового положения и в связи с этим мы наблюдаем повышение коэффициента активности беговых шагов до 1,2 у. е. (рисунок 4.7).



**Рисунок 4.6.** – Динамика частоты шагов разбега в прыжке на 234 см



**Рисунок 4.7. – Динамика коэффициента активности шагов разбега в прыжке на 234 см**



**Рисунок 4.8. – Постановка ноги на опору во втором (а), третьем (б) и четвертом (в) беговых шагах**

Увеличенная фаза полета спортсмена в 1–4-м шагах позволяет ему в безопорном положении выстроить биомеханическую позу таким образом, чтобы угол постановки опорной ноги был максимальным. Это способствует дополнительному увеличению рабочего растяжения и напряжения практически всех специфических мышечных групп. Анализ показывает, что на отмеченном участке разгона величина угла постановки ноги на опору составляет в исследуемых попытках порядка 68–72°.

Переключение системы движений на беговой режим происходит на пятом шаге (рисунки 4.6, 4.9). Заметно, как снижается коэффициент активности за счет сокращения времени полетной фазы, вызванного активным разгибанием бедра маховой ноги. Здесь уже прыгун не концентрирует свое внимание на попадании проекции ОЦМТ на

опорный участок, а активно продвигается вперед за счет рациональной организации движений в тазобедренных суставах, приближая при этом угол постановки опорной ноги к беговым параметрам.



**Рисунок 4.9. – Момент постановки опорной ноги в пятом шаге**

Шаги 7–9-й формируют условия для выполнения рациональной системы отталкивания в прыжке в высоту. Анализ количественных показателей опорных и безопорных периодов показывает, что в большей степени это происходит за счет последних. Опорное же взаимодействие прыгуна практически стабилизируется в 5–6-м шаге и в среднем не превышает 0,170 с (таблица 4.3). Об этом писали многие исследователи, рассматривая биомеханику прыжка в высоту элитных спортсменов [3, 6]. Следовательно, в структурной организации рассматриваемого элемента М. Недосеков вышел на уровень ведущих прыгунов в высоту.

Важнейшим фактором, определяющим качество организации отталкивания в соревновательном упражнении, является ритм последних трех шагов. Поскольку мы уже указали на ведущую роль в этом аспекте длительности полетных периодов, то реальная их динамика у М. Недосекова составляет соответственно 0,066 (3-й шаг) – 0,119 (2-й шаг) – 0,050 с (последний шаг) в прыжке на 223 см и 0,083–0,119–0,046 с в прыжке на 234 см. В настоящее время сложно говорить о том, насколько имеющаяся вариативность временных параметров отразилась на качестве формирования условий отталкивания. Существенное практическое внимание привлекает вариант варьирования полетных фаз в основных шагах разбега. Если подойти к рассматриваемому вопросу с качественной стороны, то мы обнаруживаем следующую формулу темповой реализации безопорных периодов: «быстро – чуть медленнее – очень быстро». Естественно, для объективизации восприятия двигательной задачи

могут быть использованы и другие словесные формулы, однако в настоящий момент это не является предметом нашего исследования, хотя сам по себе этот вопрос играет значительную роль в управлении двигательным действием.

Анализ научно-методической информации, отражающей характер организации заключительной части разбега в прыжке в высоту, свидетельствует о наличии нескольких вариантов построения данного элемента. В таблицах 4.4, 4.5, 4.6 представлены количественные данные о параметрах последних трех беговых шагов у ведущих белорусских прыгунов в высоту. С учетом их личных рекордов и спортивных достижений в данном виде легкоатлетических прыжков можно вполне аргументированно говорить о наличии нескольких качественно отличающихся способов реализации рассматриваемого процесса.

Ритмика А. Чурило в некоторой степени схожа с характером построения выделенных нами движений у М. Недосекова при несколько больших величинах коэффициента беговой активности. Д. Набоков демонстрирует систему варьирования полетного периода, где рассматриваемый показатель уменьшается по мере приближения спортсмена к отталкиванию. Подобный вариант характерен и для П. Селиверстова, только в данном случае мы наблюдаем значительное сокращение полетного периода второго шага по сравнению с третьим. То есть в модельном варианте варьирования временных показателей полетной фазы могут существовать также и индивидуальные особенности их построения.

Следует обратить внимание еще на одну координацию заключительной части разбега, характеризующую временную соподчиненность его последних двух шагов. В качественном аспекте продолжительность опорного периода последнего бегового цикла всегда несколько больше опорного взаимодействия в предшествующем шаге. В среднем эта разница составляет порядка 0,010–0,020 с. Биомеханической основой подобного явления выступает формирование ведущего элемента подготовительной перестройки координации – ускоренного движения таза, начинающееся тотчас за постановкой маховой ноги на грунт и завершающееся «глубоким» вращательным перекатом стопы маховой ноги на переднюю часть (рисунок 4.10) [7]. Продолжительность же полетного периода последнего шага в среднем в два раза меньше соответствующего показателя предпоследнего цикла. В отдельных случаях подобное соотношение может достигать и более высоких значений (Авдеенко,

238 см – 3,66 у. е.; Коввэй, 234 см – 3,75 у. е). В рассмотренных прыжках М. Недосекова данный показатель соответственно составляет 2,38 и 2,80 у. е.

Таблица 4.4. – Характеристики трех основных шагов разбега А. Чурило

Третий шаг			Второй шаг			Последний шаг			Время отталкивания	Высота	Взята
Опора	Полет	К.А	Опора	Полет	К.А	Опора	Полет	К.А			
0,135	0,102	0,756	0,135	0,132	0,976	0,149	0,046	0,311	0,178	220	да
0,129	0,112	0,872	0,132	0,132	1,000	0,165	0,036	0,220	0,182	223	да
0,129	0,086	0,667	0,142	0,149	1,047	0,135	0,036	0,268	0,172	231	нет

Таблица 4.5. – Характеристики трех основных шагов разбега Д. Набокова

Третий шаг			Второй шаг			Последний шаг			Время отталкивания	Высота
Опора	Полет	К.А	Опора	Полет	К.А	Опора	Полет	К.А		
0,132	0,158	1,200	0,145	0,106	0,727	0,172	0,033	0,192	0,182	223+
0,142	0,135	0,953	0,142	0,096	0,674	0,165	0,026	0,160	0,178	226+
0,142	0,168	1,186	0,132	0,122	0,925	0,155	0,046	0,198	0,165	229+
0,142	0,152	1,070	0,145	0,116	0,795	0,182	0,033	0,182	0,185	231-

Таблица 4.6. – Характеристики трех основных шагов разбега П. Селиверстова

Третий шаг			Второй шаг			Последний шаг			Время отталкивания	Высота	Взята
Опора	Полет	К.А	Опора	Полет	К.А	Опора	Полет	К.А			
0,158	0,139	0,875	0,152	0,066	0,435	0,185	0,043	0,232	0,205	215	да
0,172	0,165	0,962	0,149	0,083	0,556	0,172	0,053	0,308	0,198	220	да
0,168	0,162	0,961	0,155	0,079	0,511	0,185	0,053	0,286	0,188	223	нет
0,182	0,149	0,818	0,158	0,089	0,563	0,182	0,050	0,273	0,201	223	да



**Рисунок 4.10. – Опорный период последнего бегового цикла**

Активное выведение таза вперед и короткий безопорный период у спортсмена продолжается порядка 0,050 с, способствуют формированию рациональной динамической осанки в момент начала важнейшего элемента техники прыжка в высоту (рисунок 4.11). В обеих попытках угол постановки толчковой ноги на опору составляет около  $55^\circ$ . В целом это соответствует параметрам соревновательного упражнения на высоте 230–235 см. В ряде публикаций при анализе техники сильнейших прыгунов в высоту (Паклин, Топич, Емелин) указывается на угол в  $50^\circ$ . Однако следует отметить, что на тот момент эти спортсмены имели личный рекорд в районе 238–241 см. В нашем случае можно предположить, что с повышением уровня специальной физической подготовленности М. Недосекова уменьшение угла постановки толчковой ноги на опору представит спортсмену дополнительные двигательные возможности, связанные с использованием внутримышечного упругого напряжения четырехглавой мышцы бедра в фазе амортизации. Толчковая нога ставится на опору почти прямой, угол в коленном суставе составляет порядка  $175^\circ$ . Подобное взаимоположение бедра и голени, а также качественная фиксация голеностопного сустава в фазе амортизации (рисунки 4.11, 4.12), позволяют спортсмену эффективно сформировать рабочее напряжение специфических мышечных групп двигательного аппарата.

Отмечено, что с увеличением высоты планки происходит определенное уменьшение угла максимального сгибания толчковой ноги в коленном суставе со  $153^\circ$  до  $147^\circ$ . Ориентируясь на исходный уровень коленного сустава в момент постановки ноги на опору, величина угла амортизации у М. Недосекова варьирует в пределах  $22\text{--}29^\circ$  в зависимости от установленной высоты прыжка. В целом это соответствует граничным показателям элитных прыгунов в высоту, у которых его величина колеблется от  $20^\circ$  до  $33^\circ$  [3].



**Рисунок 4.11. – Момент постановки толчковой ноги в отталкивании**



**Рисунок 4.12. – Момент максимального сгибания толчковой ноги в коленном суставе в отталкивании**

В таблице 4.3 показано, что время отталкивания спортсмена в обеих попытках составляет 0,165 с. Подобный уровень взаимодействия с опорой указывает на скоростной характер организации отталкивания. Согласно различным литературным источникам, время отталкивания элитных прыгунов в высоту варьирует в пределах 0,150–0,200 с, причем с увеличением высоты прыжка наблюдается некоторая тенденция к его увеличению. Стабилизация временного параметра в нашем случае свидетельствует о сохранении выработанной двигательной установки, позволяющей спортсмену не пересекать границу силового прыжка и тем самым эффективно использовать имеющийся психофизический потенциал.

**Заключение.** Таким образом, количественный и качественный биомеханический анализ циклической фазы прыжка и отталкивания М. Недосекова позволяет сделать вывод о том, что в целом рассматриваемая система движений способствует эффективному использованию реального психофизического потенциала спортсмена. Структурная компоновка разбега, а также уровень различных кинематических параметров свидетельствуют о значимом

соответствии способа построения разбега и отталкивания современным требованиям формирования рассматриваемого соревновательного упражнения. С этих позиций дальнейшее совершенствование техники выделенных элементов можно рассматривать в нескольких аспектах:

1. Оптимальное, аргументированное соответствующим моторным обеспечением, увеличение длины предварительного разбега.

2. Формирование оптимальной ритмо-темповой структуры заключительных шагов разбега в соответствии с усложнением условий решения двигательной задачи прыжка.

3. Уменьшение угла постановки ноги в отталкивании на основе повышения двигательного потенциала.

4. Сохранение и совершенствование элементов динамической осанки в амортизационном периоде отталкивания.

### **4.3 Максим Недосеков, МСМК**

Белорусский прыгун в высоту, по абсолютному спортивному результату прошедшего сезона является лидером среди сильнейших представителей этого вида легкой атлетики. Следует отметить, что показанное им достижение – 2,33 м – совсем немного уступает личному рекорду спортсмена. Необходимо обратить внимание на тот факт, что этому успешному выступлению предшествовал соревновательный прыжок на 2,30 м, который был продемонстрирован на первом же состязании сезона. Подобный уровень соревновательной деятельности является весомым аргументом в пользу ранее сделанных выводов о том, что значительные успехи нашего прыгуна в высоту базируются на оптимальной биомеханической структуре его соревновательного упражнения, которая во многом отвечает требованиям построения рационального спортивного действия.

В предыдущих исследованиях основное внимание было уделено анализу системы движений прыгуна с позиции кинематики выполнения им разбега и отталкивания. Подробное рассмотрение основных биомеханических показателей, характеризующих качественные и количественные характеристики выделенных элементов, продемонстрировало их высокий уровень соответствия модельным параметрам элитных прыгунов в высоту [3, 5, 6]. В настоящей работе основной акцент был сделан на анализе

не менее важных характеристиках технической подготовленности и технического мастерства спортсмена, раскрывающих надежность, устойчивость и вариативность двигательного навыка прыгуна в высоту в условиях реальной соревновательной деятельности. По мнению многих исследователей этой проблемы, значимость этих сторон технического мастерства, особенно на этапах подготовки к высшим достижениям, максимальной реализации индивидуальных возможностей и сохранения высшего спортивного мастерства, играет не меньшую, а в отдельных случаях и большую роль в реализации технического и психофизического потенциала спортсмена, чем качество формального построения конкретного соревновательного упражнения [8].

С этих позиций была рассмотрена 21 соревновательная попытка М. Недосекова, которые он выполнил в процессе двух ответственных соревнований, закончившихся преодолением планки на высоте 2,30 м и 2,33 м соответственно. В первом случае общее количество соревновательных прыжков составило 9 повторений, 4 из них оказались удачными; во втором – 12, в том числе 5 удачных. Оценивая в целом воспроизводимость соревновательного результата, следует отменить высокую степень устойчивости реализации специфического потенциала спортсмена [9], поскольку в обоих выступлениях количественная мера приближения к своему максимуму у прыгуна составила соответственно 97,9 и 99,1 %. Однако если рассматривать способ получения конечного результата, то здесь обнаруживается достаточно низкая величина вероятности выполнения удачной попытки, составляющая в первом случае 57,1 %, а во втором – 50,0 %. Следует отметить, что данный показатель рассчитывался без учета неудачных попыток на заключительной высоте. Ранее на значительной выборке соревновательных выступлений элитных прыгунов в высоту (n=156) было показано, что средняя вероятность удачных попыток у них составляет 72,4 %, а в женских прыжках (n=156) этот показатель еще выше – 84,2 % [8]. Таким образом, уровень формальных количественных показателей специфической функциональной характеристики соревновательной деятельности М. Недосекова свидетельствует о недостаточной эффективности использования своего психофизического и технического потенциала в течение рассматриваемых соревнований. Однако в отмеченных случаях следует учитывать специфические условия состязательной деятельности спортсмена, которая характеризуется полным отсутствием соревновательной практики до этого момента. В связи

с этим возможно, спортсмену требовалось большее количество повторений для выхода на требуемый уровень реализации интегрального потенциала при преодолении очередной высоты. Естественно, это в определенной степени повышало риск достижения желаемой цели соревнования, но, как свидетельствуют конечные результаты, в данном случае он был вполне оправдан. С позиций же дальнейшего совершенствования целостной соревновательной деятельности, минимизация потерь в виде неудачных попыток должна быть важным фактором рационального использования технического и психофизического потенциала спортсмена [6].

В прыжках в высоту построение системы двигательных действий от начальной и до конечной попытки должно быть максимально ориентировано на требуемую величину подъема ОЦМТ после отталкивания, позволяющую оптимизировать двигательные затраты на положительное решение основной задачи соревнования. Однако во многих случаях мы наблюдаем определенный «запас» высоты, характеризующийся избыточным подъемом тела спортсмена над планкой. Следовательно, интегральный характер реализации соревновательной установки, где важнейшим компонентом является задача преодоления планки на установленной высоте, в большинстве случаев заставляет спортсмена выполнять двигательное задание с избыточным приложением своих психофизических возможностей, что, в свою очередь, повышает стабильность и устойчивость воспроизведения требуемой двигательной конструкции.

В определенной степени высказанное предположение аргументирует количественная информация, представленная в таблице 4.7 и характеризующая вариативность основных временных и темпо-ритмовых показателей разбега и отталкивания М. Недосекова в серии соревновательных попыток. Так, например, коэффициент вариации опорных периодов беговых шагов варьирует в пределах всего лишь 4,11 %, то есть от 1,70 до 5,81 %. При этом, особое внимание следует обратить на рассматриваемую величину показателя первого бегового шага, которая отражает минимальные колебания времени нахождения прыгуна на опоре в первом циклическом действии. Естественно, что с позиции динамики – это наиболее контролируемое двигательное действие, поскольку активность его выполнения еще невысока, и это создает условия для должного управления его временной организацией. В связи с этим можно предположить, что первое одноопорное положение прыгуна в минимальной степени играет скоростнообразующую функцию,

а в большей мере направлено на качество организации последующих локомоторных действий. Отсюда высокая ответственность исполнителя к выполнению данного элемента, проявляющаяся в высокой стабильности его временных параметров.

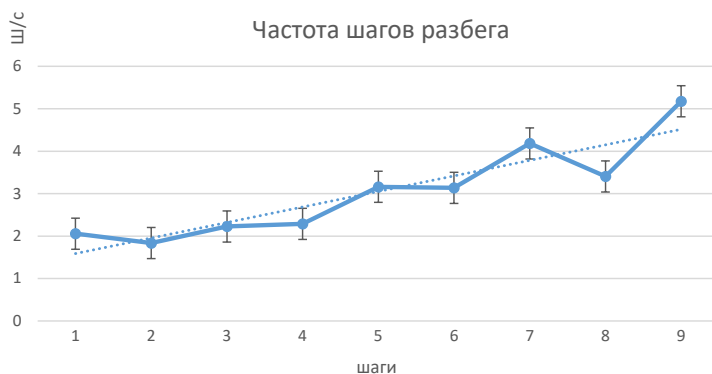
Подобная величина варьирования обнаружена и во времени построения отталкивания спортсмена. В среднем она составляет 2,37 %, что свидетельствует о равнозначном формировании этого элемента при выполнении соревновательных попыток на различных высотах. Косвенно это отражает наличие стойкого динамического стереотипа построения важнейшего системного движения прыгуна, а также свидетельствует в пользу реактивно-махового характера построения отталкивания прыгуна. Дело в том, что стабильное функционирование коленного сустава толчковой ноги в границах 22–25° в период амортизации обеспечивает прыгуну эффективную реализацию механизма перевернутого маятника, а также энергии упругой деформации мышц, накопленной во время их принудительного растяжения [10]. В свою очередь, эти биомеханизмы имеют свои характеристические особенности развертывания, которые в случае их рационального построения и составляют порядка 0,150–0,160 с. Подобный уровень взаимодействия с опорой указывает на скоростной характер организации отталкивания. Согласно различным литературным источникам, время отталкивания элитных прыгунов в высоту варьирует в пределах 0,150–0,200 с, причем с увеличением высоты прыжка может наблюдаться некоторая тенденция к его увеличению. Стабилизация же временного параметра в нашем случае свидетельствует о сохранении выработанной двигательной установки, позволяющей спортсмену не пересекать границу скоростного прыжка и тем самым эффективно использовать имеющийся психофизический потенциал.

Практически аналогичную величину варьирования опорного периода мы обнаруживаем и в заключительном циклическом действии – 3,11 %, что вполне логично с точки зрения значимости этого двигательного действия, непосредственно предшествующего реализации отталкивания. Вследствие этого обнаруживается интересная закономерность, проявляющаяся в большей стабилизации входных и выходных параметров опорных характеристик разбега по отношению к их промежуточным показателям. Однако следует еще раз подчеркнуть, что и последние варьируют в незначительных пределах, поскольку разница между максимальным и минимальным показателями составляет всего лишь 2,15 %.

Несколько больший разброс коэффициента вариации наблюдается во времени полетных периодов спортсмена. Минимальное значение этой характеристики во втором шаге составляет 4,38 %, а максимальное в пятом шаге – 10,10 %. Причем следует отметить определенную закономерность изменения этого показателя, которая проявляется через его значительное увеличение во второй половине разбега – с пятого по девятый шаг. Так, если в течение 1–4-го шагов он варьирует в пределах 4,38–6,14 %, то на последующих пяти шагах как абсолютная величина коэффициента, так и размах между крайними его значениями несколько возрастают и составляют уже 6,28–10,10 %. В целом эти количественные данные весьма объективно отражают формальный и содержательный аспекты построения разбега в прыжке способом «фосбери-флоп», в котором его первая половина выполняется прямолинейно, а вторая – по дуге. Первые четыре шага разбега М. Недосекова характеризуются значительной величиной коэффициента беговой активности (таблица 4.7), что свидетельствует о наличии увеличенного периода полета, то есть о прыжковом способе построения этих циклических действий. Переход на дугообразный разбег заставляет спортсмена изменить и конструкцию бегового шага посредством значительного уменьшения соотношения полетных и опорных периодов. В криволинейном движении оно снижается в среднем на 0,56 у. е.

Вынужденное изменение вертикальной ориентации продольной оси спортсмена при входе в дугообразный разбег, как следствие противодействия центробежной силе, возникающей в данной фазе перемещения спортсмена, создает значительные внешние и внутренние помехи построению оптимальной системы двигательных действий [5, 6]. В нашем случае это достаточно наглядно проявляется в определенном повышении вариации частоты пятого и шестого шагов. Так, если среднее значение этого коэффициента 1–4-го и 7–9-го шагов составляет 3,12 %, то соответствующая величина ранее указанных шагов – 7,30 %. Причем анализ частных показателей этих циклических действий в различных попытках спортсмена не обнаруживает никаких тенденций их изменения, например, с увеличением высоты прыжка. Это наглядно иллюстрируется характерным изменением частоты шагов пятого шага – 2,72–2,93–2,90 ш/с при преодолении планки на высоте 2,07, 2,26 и 2,33 м. То есть в каждом конкретном случае, исходя из анализа всей совокупности действующих факторов, происходит автоматическая

перестройка структуры двигательных действий прыгуна в этой фазе разбега, характеризующаяся естественной более значительной вариативностью составляющих ее элементов. В методическом плане этот факт необходимо учитывать с точки зрения повышения помехоустойчивости этих беговых циклов на основе выработки более стабильных структур.



**Рисунок 4.13.** – Средние показатели изменения частоты шагов разбега

Весьма стабильно, а главное устойчиво, поскольку это происходит в условиях ответственных соревнований, во всех попытках формируется ритмо-темповая структура последних трех шагов спортсмена, что также аргументирует тождество формирования двигательной установки на преодоление различных высот (рисунок 4.13). Последовательное изменение коэффициента вариации темпа отмеченных действий отражается следующим числовым рядом: 3,83–2,94–2,51 % (таблица 4.7). Абсолютные показатели частоты заключительных шагов в целом соответствуют модельным характеристикам элитных представителей этого вида легкой атлетики, а их соотношение отражает оптимальное ритмовое распределение управляющих усилий в процессе построения наиболее ответственной фазы разбега прыгунов в высоту. Следует отметить, что подобная кинематическая конструкция этого элемента характеризует систему двигательных действий спортсмена уже на протяжении достаточно длительного периода. Так, сравнение величин частоты последних трех шагов 2018 и 2020 годов позволяет говорить о их практической однозначности: 4,28–3,58–5,10 ш/с (2018 г., высота 223 см) и 4,18–3,40–5,18 ш/с (средние данные).

Вместе с тем исходя из сопоставления коэффициентов беговой активности этих же действий, можно сделать вывод о более качественной организации опорного взаимодействия прыгуна в настоящее время. Об этом свидетельствует значительное увеличение КБА во всех соревновательных попытках прошедшего сезона: 0,42–0,73–0,35 у. е. (2018 г.) и 0,70–1,00–0,47 у. е. (2020 г.). К сожалению, возможности использованной методики регистрации соревновательного упражнения не позволяют в должной мере измерять скорость передвижения спортсмена по разбегу, однако, исходя из косвенных данных, можно вполне достоверно утверждать о определенном ее повышении в современных прыжках исполнителя.

На наш взгляд, интересно остановиться также на построении некоторых технических элементов последнего шага и отталкивания, которые определенным образом претерпели ряд, в нашем случае формальных, изменений по сравнению с прыжками сезона 2019 года (рисунок 4.14, 4.15). Для сравнения представлены мгновенные позиции спортсмена в прыжке на 2,35 м на матче Европа – США, где М. Недосеков установил личный рекорд и стал победителем этих соревнований.

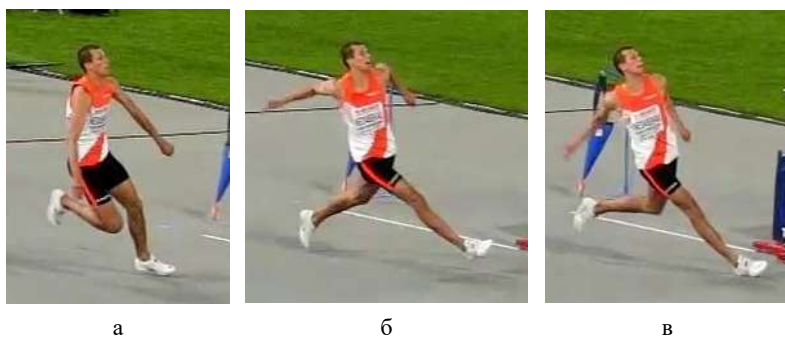


**Рисунок 4.14. – Моменты организации последнего шага и отталкивания в прыжке на 2,33 м:**

- а) момент постановки ноги в последнем шаге;**
- б) момент снятия ноги с опоры в последнем шаге;**
- в) момент постановки ноги на отталкивание**

На рисунках 4.14а и 4.15а зафиксирован момент постановки маховой ноги на опору в последнем шаге. Визуально наблюдается некоторая разница в построении первичного контакта опорного

звена с поверхностью дорожки. В современной интерпретации нога ставится на опору на переднюю часть стопы с заметным подъемом пятки над поверхностью дорожки (рисунок 4.14а). В рекордном же прыжке образование контакта характеризуется практически плоской постановкой ноги (рисунок 4.15а). Эта, казалось бы, незначительная разница в пространственной организации опорного контакта качественным образом изменяет структуру и характер работы специфических мышечных групп. В отношении характера постановки стопы на опору Э. Озолин [11] писал, что «почти плоская постановка стопы ведет к нерациональному распределению нагрузки для различных мышечных групп в момент амортизации. Спортсмену приходится большую часть усилий, которые, как правило, возлагаются на мышцы голени, выполнять группами мышц передней поверхности бедра. Энергетически это очень невыгодно. Кроме того, излишняя постоянная нагрузка на мышцы одной группы непременно ведет к травматизму». При постановке же стопы на ее переднюю часть более эффективно используются «даровые» силы принудительного растяжения мышц голени. Таким образом, при данной конструкции формирования контакта, как нам представляется, должно внимание следует обратить на повышение специфической функции мышц голени.



**Рисунок 4.15. – Моменты организации последнего шага и отталкивания в прыжке на 2,35 м:**

- а) момент постановки ноги в последнем шаге;**
- б) момент снятия ноги с опоры в последнем шаге;**
- в) момент постановки ноги на отталкивание**

Незначительные конструктивные отличия наблюдаются также и на рисунках 4.14б и 4.15б, характеризующих момент окончания

опорного периода в последнем шаге. В первом случае угол коленного сустава толчковой ноги составляет  $153^\circ$ , а во втором – приближается к  $180^\circ$ . С позиции дальнейшей организации начальных условий основного отталкивания второе положение правой ноги менее выгодно, поскольку определенным образом уменьшает угол ее постановки на опору. Ранее его величина составляла у спортсмена порядка  $50^\circ$ . В современных же прыжках этот показатель вырос до  $53^\circ$  и практически приблизился к оптимальным параметрам, характеризующим технику отталкивания сильнейших прыгунов в высоту (рисунок 4.14в). В конечном итоге, наблюдаемое увеличение рассматриваемого угла создает выгодные биомеханические предпосылки для формирования рациональных опорных реакций, увеличивающих вертикальную составляющую начальной скорости вылета прыгуна после завершения отталкивания.

Данные таблиц 4.9 и 4.10 представляют собой конкретные временные и ритмо-темповые показатели отдельных попыток, выполненных в процессе рассматриваемых соревнований. Их количественный и качественный анализ, а также сравнение с позиций временной и высотной последовательности во многом подтверждает ряд методических заключений, сделанных в ходе изложения аналитического материала. Не менее важное значение данного материала состоит в том, что представленные численные значения различных характеристик соревновательного упражнения могут восприниматься специалистами как определенные динамические модели, отражающие характер варьирования параметра в зависимости от реальных внешних и внутренних условий.

**Заключение.** Временная и ритмо-темповая структура двигательных действий соревновательного упражнения спортсмена характеризуется надежным воспроизведением ее элементов с позиции как временной, так и высотной последовательности.

Минимальные значения коэффициента вариации времени опорных периодов обнаружены в первом и последнем шаге разбега. В среднем они в два раза меньше соответствующих показателей 2–8-го шагов.

Значения коэффициентов вариации полетных периодов имеют тенденцию к увеличению как своей абсолютной величины, так и степени разброса во второй половине разбега. Очевидно это связано как с изменением характера построения беговых шагов, так и траекторией движения прыгуна.

Наибольшая вариативность частоты шагов, достигающая 7 %, обнаруживается в 5-м и 6-м шагах разбега. Это связано с процессом перехода спортсмена на криволинейное движение, вызывающее действие дополнительного внешнего фактора, проявляющегося в возникновении центростремительной силы.

Построение ритмо-темповой структуры последних трех шагов практически во всех соревновательных попытках соответствует требованиям рациональной модели этого важнейшего элемента разбега.

Минимизация неудачных попыток должна быть важным фактором рационального использования спортсменом своего технического и психофизического потенциала.

Таблица 4.7. – Средние значения (n=21) биомеханических характеристик разбега и отталкивания М. Недосекова

		Время периодов, мс	КВ, %	Частота, ш/с	КВ, %	КБА	КВ, %																																																																																											
Первый шаг, левая нога	Опора	229±3,9	1,70	2,06±0,05	2,43	1,10±0,08	7,27																																																																																											
	Полет	252±11,8	4,76					Второй шаг, правая нога	Опора	230±11,1	4,78	1,84±0,05	2,72	1,36±0,10	7,35	Полет	313±13,7	4,38	Третий шаг, левая нога	Опора	195±9,4	4,82	2,26±0,08	3,53	1,30±0,08	6,15	Полет	253±12,8	5,06	Четвертый шаг, правая нога	Опора	181±8,1	4,47	2,29±0,09	3,93	1,43±0,09	6,29	Полет	259±15,9	6,14	Пятый шаг, левая нога	Опора	167±9,7	5,81	3,16±0,23	7,28	0,90±0,08	8,88	Полет	151±15,3	10,10	Шестой шаг, правая нога	Опора	159±7,3	4,59	3,14±0,23	7,32	1,01±0,06	5,94	Полет	159±12,4	7,80	Седьмой шаг, левая нога	Опора	142±5,2	3,66	4,18±0,16	3,83	0,70±0,06	8,57	Полет	98±8,1	8,27	Восьмой шаг, правая нога	Опора	147±7,1	4,83	3,40±0,10	2,94	1,00±0,13	13,27	Полет	148±9,3	6,28	Девятый шаг, левая нога	Опора	132±4,1	3,11	5,18±0,13	2,51	0,47±0,04	8,51	Полет	62±5,3	8,55	Отталкивание		155±3,7
Второй шаг, правая нога	Опора	230±11,1	4,78	1,84±0,05	2,72	1,36±0,10	7,35																																																																																											
	Полет	313±13,7	4,38					Третий шаг, левая нога	Опора	195±9,4	4,82	2,26±0,08	3,53	1,30±0,08	6,15	Полет	253±12,8	5,06	Четвертый шаг, правая нога	Опора	181±8,1	4,47	2,29±0,09	3,93	1,43±0,09	6,29	Полет	259±15,9	6,14	Пятый шаг, левая нога	Опора	167±9,7	5,81	3,16±0,23	7,28	0,90±0,08	8,88	Полет	151±15,3	10,10	Шестой шаг, правая нога	Опора	159±7,3	4,59	3,14±0,23	7,32	1,01±0,06	5,94	Полет	159±12,4	7,80	Седьмой шаг, левая нога	Опора	142±5,2	3,66	4,18±0,16	3,83	0,70±0,06	8,57	Полет	98±8,1	8,27	Восьмой шаг, правая нога	Опора	147±7,1	4,83	3,40±0,10	2,94	1,00±0,13	13,27	Полет	148±9,3	6,28	Девятый шаг, левая нога	Опора	132±4,1	3,11	5,18±0,13	2,51	0,47±0,04	8,51	Полет	62±5,3	8,55	Отталкивание		155±3,7	2,37	–	–	–	–						
Третий шаг, левая нога	Опора	195±9,4	4,82	2,26±0,08	3,53	1,30±0,08	6,15																																																																																											
	Полет	253±12,8	5,06					Четвертый шаг, правая нога	Опора	181±8,1	4,47	2,29±0,09	3,93	1,43±0,09	6,29	Полет	259±15,9	6,14	Пятый шаг, левая нога	Опора	167±9,7	5,81	3,16±0,23	7,28	0,90±0,08	8,88	Полет	151±15,3	10,10	Шестой шаг, правая нога	Опора	159±7,3	4,59	3,14±0,23	7,32	1,01±0,06	5,94	Полет	159±12,4	7,80	Седьмой шаг, левая нога	Опора	142±5,2	3,66	4,18±0,16	3,83	0,70±0,06	8,57	Полет	98±8,1	8,27	Восьмой шаг, правая нога	Опора	147±7,1	4,83	3,40±0,10	2,94	1,00±0,13	13,27	Полет	148±9,3	6,28	Девятый шаг, левая нога	Опора	132±4,1	3,11	5,18±0,13	2,51	0,47±0,04	8,51	Полет	62±5,3	8,55	Отталкивание		155±3,7	2,37	–	–	–	–																	
Четвертый шаг, правая нога	Опора	181±8,1	4,47	2,29±0,09	3,93	1,43±0,09	6,29																																																																																											
	Полет	259±15,9	6,14					Пятый шаг, левая нога	Опора	167±9,7	5,81	3,16±0,23	7,28	0,90±0,08	8,88	Полет	151±15,3	10,10	Шестой шаг, правая нога	Опора	159±7,3	4,59	3,14±0,23	7,32	1,01±0,06	5,94	Полет	159±12,4	7,80	Седьмой шаг, левая нога	Опора	142±5,2	3,66	4,18±0,16	3,83	0,70±0,06	8,57	Полет	98±8,1	8,27	Восьмой шаг, правая нога	Опора	147±7,1	4,83	3,40±0,10	2,94	1,00±0,13	13,27	Полет	148±9,3	6,28	Девятый шаг, левая нога	Опора	132±4,1	3,11	5,18±0,13	2,51	0,47±0,04	8,51	Полет	62±5,3	8,55	Отталкивание		155±3,7	2,37	–	–	–	–																												
Пятый шаг, левая нога	Опора	167±9,7	5,81	3,16±0,23	7,28	0,90±0,08	8,88																																																																																											
	Полет	151±15,3	10,10					Шестой шаг, правая нога	Опора	159±7,3	4,59	3,14±0,23	7,32	1,01±0,06	5,94	Полет	159±12,4	7,80	Седьмой шаг, левая нога	Опора	142±5,2	3,66	4,18±0,16	3,83	0,70±0,06	8,57	Полет	98±8,1	8,27	Восьмой шаг, правая нога	Опора	147±7,1	4,83	3,40±0,10	2,94	1,00±0,13	13,27	Полет	148±9,3	6,28	Девятый шаг, левая нога	Опора	132±4,1	3,11	5,18±0,13	2,51	0,47±0,04	8,51	Полет	62±5,3	8,55	Отталкивание		155±3,7	2,37	–	–	–	–																																							
Шестой шаг, правая нога	Опора	159±7,3	4,59	3,14±0,23	7,32	1,01±0,06	5,94																																																																																											
	Полет	159±12,4	7,80					Седьмой шаг, левая нога	Опора	142±5,2	3,66	4,18±0,16	3,83	0,70±0,06	8,57	Полет	98±8,1	8,27	Восьмой шаг, правая нога	Опора	147±7,1	4,83	3,40±0,10	2,94	1,00±0,13	13,27	Полет	148±9,3	6,28	Девятый шаг, левая нога	Опора	132±4,1	3,11	5,18±0,13	2,51	0,47±0,04	8,51	Полет	62±5,3	8,55	Отталкивание		155±3,7	2,37	–	–	–	–																																																		
Седьмой шаг, левая нога	Опора	142±5,2	3,66	4,18±0,16	3,83	0,70±0,06	8,57																																																																																											
	Полет	98±8,1	8,27					Восьмой шаг, правая нога	Опора	147±7,1	4,83	3,40±0,10	2,94	1,00±0,13	13,27	Полет	148±9,3	6,28	Девятый шаг, левая нога	Опора	132±4,1	3,11	5,18±0,13	2,51	0,47±0,04	8,51	Полет	62±5,3	8,55	Отталкивание		155±3,7	2,37	–	–	–	–																																																													
Восьмой шаг, правая нога	Опора	147±7,1	4,83	3,40±0,10	2,94	1,00±0,13	13,27																																																																																											
	Полет	148±9,3	6,28					Девятый шаг, левая нога	Опора	132±4,1	3,11	5,18±0,13	2,51	0,47±0,04	8,51	Полет	62±5,3	8,55	Отталкивание		155±3,7	2,37	–	–	–	–																																																																								
Девятый шаг, левая нога	Опора	132±4,1	3,11	5,18±0,13	2,51	0,47±0,04	8,51																																																																																											
	Полет	62±5,3	8,55					Отталкивание		155±3,7	2,37	–	–	–	–																																																																																			
Отталкивание		155±3,7	2,37	–	–	–	–																																																																																											

Таблица 4.8. – Временные и темпо-ритмические показатели разбега М. Нелдсекова (вариант 1)

Время периодов, мс	Левая нога		Правая нога		Левая нога		Правая нога		Левая нога		Правая нога		Левая нога		Правая нога		Отталкивание	
	О	П	О	П	О	П	О	П	О	П	О	П	О	П	О	П		
236 см, –	228	240	252	300	196	260	180	272	160	168	148	156	136	112	140	148	136	52
Частота, ш/с	2,14	1,81	1,81	1,19	2,19	2,21	2,21	3,05	3,05	3,29	3,29	4,03	4,03	3,47	3,47	5,32	5,32	156
КБА	1,05	1,19	1,19	1,19	1,33	1,51	1,51	1,05	1,05	1,05	1,05	0,82	0,82	1,06	1,06	0,38	0,38	156
233 см, –	224	276	204	320	188	252	168	240	156	164	152	156	148	100	144	140	132	64
Частота, ш/с	2,00	1,90	1,90	1,90	2,27	2,45	2,45	3,12	3,12	3,25	3,25	4,03	4,03	3,47	3,47	5,10	5,10	156
КБА	1,23	1,57	1,57	1,57	1,34	1,43	1,43	1,05	1,05	1,02	1,02	0,68	0,68	0,97	0,97	0,48	0,48	152
230 см, +	228	272	224	304	188	260	168	280	164	132	160	160	144	80	160	128	128	64
Частота, ш/с	2,00	1,83	1,83	1,83	2,23	2,23	2,23	3,38	3,38	3,13	3,13	4,46	4,46	3,47	3,47	5,21	5,21	152
КБА	1,19	1,36	1,36	1,36	1,38	1,67	1,67	0,80	0,80	1,00	1,00	0,56	0,56	0,80	0,80	0,50	0,50	156
230 см, –	232	252	224	320	180	240	180	232	152	144	156	156	140	100	140	152	128	60
Частота, ш/с	2,07	1,84	1,84	1,84	2,38	2,43	2,43	3,38	3,38	3,21	3,21	4,16	4,16	3,42	3,42	5,32	5,32	156
КБА	1,09	1,43	1,43	1,43	1,33	1,29	1,29	0,95	0,95	1,00	1,00	0,71	0,71	1,09	1,09	0,47	0,47	156
228 см, –	224	244	216	324	184	240	176	256	144	136	172	180	144	100	148	152	124	64
Частота, ш/с	2,14	1,85	1,85	1,85	2,36	2,31	2,31	3,57	3,57	2,84	2,84	4,10	4,10	3,33	3,33	5,32	5,32	156
КБА	1,09	1,50	1,50	1,50	1,30	1,45	1,45	0,94	0,94	1,05	1,05	0,69	0,69	1,03	1,03	0,52	0,52	160
225 см, +	232	240	232	324	184	248	176	244	160	144	168	184	136	104	148	144	140	56
Частота, ш/с	2,07	1,80	1,80	1,80	2,31	2,38	2,38	3,29	3,29	2,34	2,34	4,17	4,17	3,42	3,42	5,10	5,10	160
КБА	1,03	1,40	1,40	1,40	1,35	1,39	1,39	0,90	0,90	1,10	1,10	0,76	0,76	0,97	0,97	0,40	0,40	164
223 см, –	228	256	236	328	188	263	176	260	164	148	152	156	144	112	148	148	136	60
Частота, ш/с	2,07	1,77	1,77	1,77	2,19	2,29	2,29	3,21	3,21	3,25	3,25	3,91	3,91	3,38	3,38	5,10	5,10	164
КБА	1,12	1,39	1,39	1,39	1,43	1,48	1,48	0,90	0,90	1,03	1,03	0,79	0,79	1,00	1,00	0,44	0,44	164

Окончание таблицы 4.8

Время периодов, мс	Левая нога		Правая нога		Левая нога		Правая нога		Левая нога		Правая нога		Левая нога		Правая нога		Левая нога		Правая нога		Левая нога		Правая нога		Отгалкивание
	О	П	О	П	О	П	О	П	О	П	О	П	О	П	О	П	О	П	О	П	О	П	О	П	
220 см, +			232	340	192	256	168	252	164	148	152	156	144	116	136	140	136	140	136	140	136	52			160
Частота, ш/с			1,75		2,23		2,38		3,21		3,25		3,89		3,62		5,32								
КБА			1,47		1,33		1,50		0,90		1,03		0,80		1,02		0,38								
215 см, +					200	272	180	292			160	148	140	104	140	141	132	76							148
Частота, ш/с					2,12		2,12				3,25		4,10		3,47		4,81								
КБА					1,36		1,62				0,93		0,74		1,03		0,58								

Таблица 4.9. – Временные и темпо-ритмические показатели разбега М. Недесекова (вариант 2)

Время периодов, мс	Левая нога		Правая нога		Левая нога		Правая нога		Левая нога		Правая нога		Левая нога		Правая нога		Левая нога		Правая нога		Левая нога		Правая нога		Отгалкивание
	О	П	О	П	О	П	О	П	О	П	О	П	О	П	О	П	О	П	О	П	О	П	О	П	
236 см, –	232	256	228	308	192	236	184	256	164	128	160	144	148	88	152	136	132	68							152
Частота, ш/с	2,05		1,87		2,34		2,27		3,42		3,29		4,24		3,47		5,00								
КБА	1,10		1,35		1,23		1,39		0,78		0,90		0,59		0,89		0,52								
236 см, –	232	266	220	300	192	256	176	268	168	144	160	144	136	92	148	164	128	60							156
Частота, ш/с	2,00		1,92		2,23		2,25		3,21		3,29		4,37		3,20		5,32								
КБА	1,15		1,36		1,31		1,52		0,86		0,90		0,68		1,11		0,47								
233 см, +	228	272	236	316	192	264	184	244	184	160	152	156	136	100	144	144	128	64							156
Частота, ш/с	2,00		1,81		2,19		2,34		2,90		3,25		4,24		3,47		5,21								
КБА	1,19		1,34		1,37		1,33		0,87		1,03		0,74		1,00		0,50								

Продолжение таблицы 4.9

Время периодов, мс	Левая нога		Правая нога		Левая нога		Правая нога		Левая нога		Правая нога		Левая нога		Правая нога		Отталивание		
	О	П	О	П	О	П	О	П	О	П	О	П	О	П	О	П			
231 см, –	232	248	228	312	196	244	196	236	172	152	160	154	148	96	152	152	136	64	152
Частота, ш/с	2,08	1,85	1,85	2,34	2,28	2,34	3,09	3,18	3,09	3,18	3,18	3,18	4,10	3,29	3,29	5,00	5,00		
КБА	1,07	1,37	1,37	1,23	1,24	1,23	0,88	0,96	0,88	0,96	0,96	0,65	0,65	1,00	1,00	0,47	0,47		
231 см, –	232	260	224	300	200	256	184	284	168	148	160	144	148	96	152	144	136	60	156
Частота, ш/с	2,03	1,91	1,91	2,24	2,19	2,24	3,16	3,29	3,16	3,29	3,29	3,29	4,10	3,38	3,38	5,10	5,10		
КБА	1,12	1,34	1,34	1,54	1,28	1,54	0,88	0,90	0,88	0,90	0,90	0,65	0,65	0,95	0,95	0,44	0,44		
226 см, +	236	240	236	308	200	260	180	264	176	164	168	160	136	88	152	144	136	56	160
Частота, ш/с	2,10	1,84	1,84	2,25	2,17	2,25	2,93	3,05	2,93	3,05	3,05	3,05	4,46	3,38	3,38	5,21	5,21		
КБА	1,01	1,31	1,31	1,47	1,30	1,47	0,93	0,95	0,93	0,95	0,95	0,65	0,65	0,51	0,51	0,41	0,41		
226 см, –	220	260	228	284	196	244	164	120	164	120	148	148	144	100	140	156	128	64	156
Частота, ш/с	2,08	1,95	1,95	2,38	2,27	2,38	3,52	3,38	3,52	3,38	3,38	3,38	4,10	3,38	3,38	5,21	5,21		
КБА	1,18	1,25	1,25	1,37	1,24	1,37	0,73	1,00	0,73	1,00	1,00	0,69	0,69	1,11	1,11	0,50	0,50		
222 см, +	228	248	232	304	200	228	188	248	172	152	152	152	148	96	144	160	128	68	148
Частота, ш/с	2,10	1,87	1,87	2,29	2,34	2,29	3,08	3,29	3,08	3,29	3,29	3,29	4,10	3,29	3,29	5,10	5,10		
КБА	1,09	1,31	1,31	1,32	1,14	1,32	0,88	1,00	0,88	1,00	1,00	0,65	0,65	1,11	1,11	0,53	0,53		
222 см, –	228	244	220	316	204	244	188	260	176	140	160	184	136	92	152	168	128	60	156
Частота, ш/с	2,09	1,87	1,87	2,23	2,23	2,23	3,16	2,91	3,16	2,91	2,91	2,91	4,39	3,13	3,13	5,32	5,32		
КБА	1,08	1,44	1,44	1,20	1,20	1,38	0,80	1,15	0,80	1,15	1,15	0,68	0,68	1,11	1,11	0,47	0,47		
220 см, –	232	244	228	340	200	272	192	284	168	164	160	152	136	100	144	160	132	60	156
Частота, ш/с	2,10	1,76	1,76	2,10	2,12	2,10	3,01	3,21	3,01	3,21	3,21	4,24	3,39	3,39	3,39	5,21	5,21		
КБА	1,03	1,49	1,49	1,48	1,36	1,48	0,98	0,95	0,98	0,95	0,95	0,74	0,74	1,11	1,11	0,45	0,45		

Окончание таблицы 4.9

Время периодов, мс	Левая нога		Правая нога		Левая нога		Правая нога		Левая нога		Правая нога		Левая нога		Правая нога		Левая нога		Правая нога		Отгалкивание
	О	П	О	П	О	П	О	П	О	П	О	П	О	П	О	П	О	П	О	П	
215 см, +	224	248	248	296	212	236	196	264	172	180	172	184	156	144	136	92	136	144	136	68	152
Частота, ш/с	2,12	1,84	1,84	1,19	2,23	2,23	2,17	2,84	2,84	2,81	2,81	2,81	3,33	3,33	4,39	4,39	4,90	4,90	4,90	4,90	
КБА	1,11	1,19	1,19	1,35	1,11	1,35	1,35	1,05	1,05	1,07	1,07	1,07	0,92	0,92	0,68	0,68	0,50	0,50	0,50	0,50	
207 см, +	276	232	252	308	224	278	196	260	188	180	172	164	156	140	152	100	156	140	136	60	152
Частота, ш/с	1,97	1,79	1,79	1,22	2,03	2,03	2,19	2,72	2,72	2,98	2,98	3,38	3,38	3,38	3,97	3,97	5,10	5,10	5,10	5,10	
КБА	0,84	1,22	1,22	1,33	1,20	1,33	1,33	0,96	0,96	0,95	0,95	0,95	0,90	0,90	0,66	0,66	0,44	0,44	0,44	0,44	

#### 4.4 Дмитрий Набоков, МСМК

Следует отметить, что по техническим причинам организации соревновательного сектора нам не удалось зафиксировать целостное выполнение прыжка в высоту. Однако рассмотренные шесть заключительных беговых шагов, несущих на себе основную функциональную нагрузку по созданию скорости передвижения прыгуна и его пространственной ориентации перед началом отталкивания, в достаточной мере отражают уровень системной подготовленности прыгуна к реализации главной двигательной задачи.

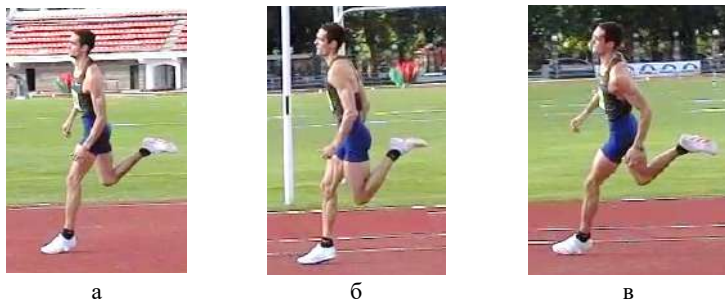
Таблица 4.10. – Временные и ритмо-темповые характеристики разбега и отталкивания Д. Набокова

Характеристики	6-й шаг	5-й шаг	4-й шаг	3-й шаг	2-й шаг	Последний шаг	Отталкивание
228 см (+)							
Время опоры, с	0,165	0,152	0,159	0,129	0,132	0,149	0,165
Время полета, с	0,274	0,218	0,208	0,162	0,102	0,053	
Частота шагов, ш/с	2,28	2,70	2,74	3,43	4,27	4,95	
КА	1,66	1,43	1,31	1,26	0,77	0,36	
231 см (2–)							
Время опоры, с	0,162	0,146	0,159	0,135	0,132	0,143	0,165
Время полета, с	0,274	0,228	0,195	0,155	0,119	0,046	
Частота шагов, ш/с	2,29	2,67	2,82	3,45	3,98	5,29	
КА	1,69	1,56	1,23	1,15	0,90	0,32	
231 см (3–)							
Время опоры, с	0,159	0,149	0,152	0,135	0,132	0,149	0,175
Время полета, с	0,257	0,244	0,201	0,155	0,119	0,046	
Частота шагов, ш/с	2,40	2,54	2,83	3,45	3,98	5,13	
КА	1,62	1,67	1,32	1,15	0,90	0,31	
229 см (+) 2016 год							
Время опоры, с				0,142	0,132	0,155	0,165
Время полета, с				0,168	0,122	0,046	
Частота шагов, ш/с				3,23	3,94	4,98	
КА				1,18	0,93	0,30	

*Примечание:* «+» – удачная попытка; КА – коэффициент беговой активности, равный делению времени полета на время опоры.

В таблице 4.10 представлены данные, отражающие временные и темпо-ритмовые характеристики заключительной части разбега прыгуна во время выполнения удачной попытки на высоте 228 см и двух неудачных (2-й и 3-й) при преодолении планки на уровне 231 см. Величина коэффициента беговой активности в 6–3-м шагах, а также характер ее изменения по мере приближения к месту отталкивания свидетельствуют о постепенном переходе спортсмена с прыжкообразного способа построения циклического действия на беговой. В этой части разбега время полетного периода значительно увеличено по сравнению с моделью быстрого бега (опора – 0,100 с, полет – 0,130 с) [11]. Так, например, если опорный период шестого и пятого шагов превышают модельный показатель соответственно на 60 и 50 %, то полетный на 110 и 90 %.

На рисунке 4.16 заметно, что в этой части разбега в активизации мышц нижних конечностей эффективно используется вес тела спортсмена путем организации оптимального угла постановки в момент начального контакта ноги с опорой. Угол амортизации в этих шагах варьирует в пределах 20–30°, создавая тем самым условия для управляемого и качественного отталкивания.



**Рисунок 4.16. – Момент постановки ноги на опору в шестом (а), пятом (б) и четвертом (в) шагах**

Период полета спортсмена в рассматриваемых шагах характеризуется активным горизонтальным продвижением ОЦМТ по направлению к месту отталкивания. Этому способствует как эффективное построение двигательных действий прыгуна на опоре, так и активное маховое движение переносной ноги, инициирующее значительное разведение бедер в безопорном положении, угол между которыми составляет более 100° (рисунок 4.17, таблица 4.11). В то же

время следует отметить оптимальное, практически вертикальное положение голени маховой ноги относительно дорожки, обеспечивающее в дальнейшем требуемый угол постановки ноги на опору и минимизирующее величину горизонтальной составляющей реакции опоры, направленной против движения прыгуна (рисунок 4.17).

Таблица 4.11. – Пространственные параметры 6–4-го шагов

Элементы	6-й шаг				5-й шаг				4-й шаг				Отталкивание
	П-а	В	О	П	П-а	В	О	П	П-а	В	О	П	
< постановки	66				68				61				52
< отталкивания			60				54				56		90
< КС	161	137	172		157	137	168		158	126	166		173
< наклона туловища	9	13	12	11	13	14	12	10	9	15	11	8	
< разведения бедер				108				115				106	49
< ТС мах			91				96				96		
< ТС опорн.	146				145				140				
< максимального сгибания КС													146

*Примечание:* < – угол; П-а – момент постановки опорной ноги; В – момент вертикали; О – момент отрыва опорной ноги; П – полет; КС – коленный сустав; ТС – тазобедренный сустав.



**Рисунок 4.17. – Момент максимального разведения бедер в полетной фазе шестого (а), пятого (б) и четвертого (в) шагов**

О качественном решении двигательной задачи в процессе предварительного разгона спортсмена свидетельствует еще

один пространственный показатель, определяющий колебания продольной оси туловища относительно вертикали. Данные таблицы 4.11 показывают, что размах колебаний этого параметра, с учетом специфичности двигательной конструкции в различные периоды времени, составляет у Д. Набокова всего лишь 6°. В этом плане следует отметить роль вертикальной устойчивости туловища, которая, с точки зрения формирования общей системы движений, характеризует качество построения одного из важнейших элементов динамической осанки прыгуна. Причина в том, что стабильность пространственной позиции туловища создает благоприятные условия для формирования главных и вспомогательных управляющих движений нижних и верхних конечностей, позволяющих в максимальной степени использовать двигательный потенциал прыгуна [12].

В целом же заключительная часть разбега спортсмена характеризуется постоянным увеличением частоты шагов от шестого до последнего шага. В 6–4-м шагах мы наблюдаем незначительное увеличение рассматриваемого показателя, составляющее в среднем около 0,45 ш/с, а вот последние три шага выполняются с максимальным увеличением темпа и выходом в заключительном двигательном действии на уровень пяти шагов в секунду. Этот уровень предлагается различными авторами в качестве модельного показателя для одного из важнейших элементов разбега элитных спортсменов в этом виде легкой атлетики [6]. Следует отметить, что подобный характер выполнения циклических действий отмечается у Д. Набокова уже достаточно продолжительное время (таблица 4.11), и его настоящее воспроизведение определенным образом свидетельствует об успешном восстановлении спортсмена.

Основной переменной, определяющей выявленную у прыгуна динамику частоты шагов заключительной части разбега, является время полетного периода. Так, если величину данной характеристики шестого шага принять за 100 %, то ее относительное снижение на последних пяти беговых шагах может быть представлено следующими количественными показателями: 79,6–75,9–59,1–37,2–19,3 %. В третьем и втором беговых циклах росту рассматриваемой характеристики также способствует активизация опорного взаимодействия прыгуна, вызывающая определенное снижение времени контакта спортсмена с дорожкой, составляющее в среднем около 82,2 % от продолжительности предыдущих шагов. Интересно отметить, что стабильность воспроизведения времени опорных

периодов в различных попытках несколько превышает аналогичный показатель полетного периода. Максимальный размах в первом случае составляет 0,007 с, а во втором – 0,026 с (таблица 4.11).

Последний шаг является основным связующим звеном между предварительным разбегом прыгуна и отталкиванием. Его отличительная особенность состоит в том, что в течение опорного периода спортсменом формируются базовые предпосылки для организации элементов динамической осанки в отталкивании (рисунок 4.18). Это происходит путем некоторого увеличения времени взаимодействия прыгуна с опорой и значительного сокращения полетного периода. Следует отметить, что Д. Набоков, в отличие от многих прыгунов в высоту, организует опорный контакт в этом шаге постановкой ноги с пятки (рисунок 4.18а). В целом здесь наблюдается некоторое снижение биомеханической эффективности этого двигательного действия, однако высокий уровень специальной физической подготовленности, а также хорошая освоенность этого элемента позволяют спортсмену реализовать этот процесс во временных границах, характерных для прыгунов с иным способом формирования опорного контакта. Так, для Д. Набокова, среднее время опорного периода в этом шаге составляет порядка 0,147 с, а полетного – 0,050 с, что вполне сопоставимо с аналогичными показателями М. Недосекова, К. Таранды.



а



б

**Рисунок 4.18. – Момент начала (а) и окончания (б) последнего шага**

Анализ данных конкретных двигательных проявлений, характеризующих различные качественные двигательные действия, показывает, что в удачной соревновательной попытке продолжительность полетного периода превосходила аналогичный показатель неудачных попыток. Количественно разница составляла

всего лишь 0,007 с, однако в относительном плане различия выразились более чем в 10 % и, естественно, сыграли соответствующую роль в развитии дальнейших двигательных процессов (таблица 4.11). Можно предположить, что некоторая поспешность в организации собственно отталкивания, чрезмерное желание выполнить его с максимальной интенсивностью способствовали обнаруженному сокращению полетного периода последнего шага и на уровне двигательной функции снизили эффективность моторного обеспечения важнейшего элемента техники прыжка в высоту.

Активное выведение таза вперед (рисунок 4.18б) и короткий безопорный период, у спортсмена он продолжается от 0,046 до 0,050 с, способствуют формированию рациональной динамической осанки к моменту начала отталкивания – важнейшего элемента техники прыжка в высоту (рисунок 4.19). В удачной попытке на высоте 228 см угол постановки толчковой ноги на опору составляет 52°. В целом это соответствует модельным характеристикам соревновательного упражнения на высоте 230–235 см. Дальнейший прогресс в этом движении может быть связан с уменьшением данного угла до 50°, что предоставит спортсмену дополнительные двигательные возможности, связанные с использованием внутримышечного упругого напряжения четырехглавой мышцы бедра в фазе амортизации [5].

Толчковая нога ставится на опору почти прямой, угол в коленном суставе составляет порядка 173°. Подобное взаимоположение бедра и голени, а также качественная фиксация голеностопного сустава в фазе амортизации позволяют спортсмену эффективно сформировать рабочее напряжение специфических мышечных групп двигательного аппарата (рисунки 4.19, 4.20).



**Рисунок 4.19. – Момент постановки толчковой ноги на опору**



**Рисунок 4.20. – Момент максимального сгибания толчковой ноги в коленном суставе**

Эффективное выведение таза вперед обеспечивает спортсмену оптимальное положение туловища, характеризующееся углом наклона от вертикали вправо в  $29^\circ$ . В момент постановки толчковой ноги на опору на спортсмена действуют разнообразные по своей природе силы, создающие значительные силовые нагрузки на весь опорно-двигательный аппарат. Одной из главных задач в данный момент времени является формирование элементов динамической осанки в тех сочленениях, которые в дальнейшем выступают в качестве базовых при реализации главных и вспомогательных управляющих движений. С этих позиций оценивалась динамика положения туловища относительно вертикали с момента постановки ноги на опору и до ее максимального сгибания в коленном суставе. Анализ показал, что в целом Д. Набоков успешно справляется с задачей удержания необходимой ориентации туловища относительно вертикали в рассматриваемый период времени. Максимально отмеченное перемещение продольной оси туловища составляет у него порядка  $12^\circ$ .

Комплексное взаимодействие рабочих двигательных звеньев в этот момент позволяет увеличить угол тазобедренного сустава опорной ноги до  $163^\circ$ , что создает рациональные предпосылки для формирования оптимальной траектории движения ОЦМТ спортсмена в данной фазе и способствует эффективному использованию инерционных сил для создания дополнительного напряжения в специфических мышечных группах.

На преодоление этих сил прыгун затрачивает около  $0,059$  с, в течение которых угол коленного сустава опорной ноги уменьшается до  $146^\circ$ . Таким образом, общая подготовка к непосредственному отталкиванию характеризуется изменением относительного положения бедра и голени толчковой ноги на  $27^\circ$ , что в целом соответствует модельным характеристикам элитных представителей этого вида легкой атлетики. В плане формирования условий для эффективной реализации заключительной фазы отталкивания следует также отметить роль махового движения переносной ноги. Исходная позиция бедер маховой и толчковой ноги в момент постановки последней на опору, а угол их разведения составляет порядка  $50^\circ$ , позволяет спортсмену активным сгибанием маховой ноги в тазобедренном суставе создать дополнительные реактивные силы, увеличивающие нагрузку на опорную ногу в уступающем режиме ее работы. Средняя угловая скорость этого движения составляет около  $830$  град/с.

Момент окончания отталкивания характеризуется полным выпрямлением толчкового звена в тазобедренном и коленном суставах и вертикальной позицией общей оси тела относительно опоры (рисунок 4.21). К моменту отрыва от поверхности сектора спортсмен заканчивает маховое движение правой ногой и фиксирует ее бедро под углом  $90^\circ$  относительно туловища. В этой позе им созданы все предпосылки для механического обеспечения максимальной высоты ОЦМТ перед началом безопорной фазы, а также рациональные биомеханические условия для ее реализации.



**Рисунок 4.21. – Момент окончания отталкивания**

Если исходить из некоторых средних показателей времени взаимодействия элитных представителей этого вида прыжков в фазе отталкивания, составляющих 0,150–0,200 с, то Д. Набокова можно отнести к прыгуну скоростного типа организации двигательных действий в разбеге и отталкивании. Многолетние данные, отражающие характер его взаимодействия с опорой в ведущем элементе прыжка в высоту, свидетельствуют о достаточно консервативном показателе, составляющем во многих удачных попытках порядка 0,165 с (таблица 4.11). Устойчивость временного параметра в нашем случае свидетельствует о сохранении выработанной двигательной установки, позволяющей спортсмену не пересекать границу силового прыжка и тем самым эффективно использовать имеющийся индивидуальный психофизический потенциал.

**Заключение.** Таким образом, количественный и качественный биомеханический анализ циклической фазы прыжка и отталкивания Д. Набокова свидетельствует о том, что в целом состояние технической и психофизической подготовленности спортсмена способствует достижению высоких спортивных результатов, что,

собственно, подтверждается рядом выступлений на соревнованиях международного уровня.

Спортсмен сохранил выработанную систему двигательных действий соревновательного упражнения и в параметрическом аспекте вышел на прежний рекордный уровень реализации многих элементов прыжка. Структурная компоновка разбега, а также уровень различных кинематических параметров свидетельствуют о значимом соответствии способа построения разбега и отталкивания современным требованиям формирования рассматриваемого соревновательного упражнения. Анализ выделенных нами кинематических характеристик, в определенной мере определяющих степень рациональности исследуемых двигательных действий, свидетельствует о многих положительных тенденциях их развития. Первое, на что хочется обратить внимание, это на способность спортсмена стабильно выстраивать систему двигательных действий вне зависимости от уровня стресса. С этих позиций дальнейшее совершенствование техники выделенных элементов можно рассматривать в нескольких аспектах:

1. Формирование оптимальной ритмо-темповой структуры заключительных шагов разбега в соответствии с усложнением условий решения двигательной задачи прыжка.

2. Повышение скорости последних шагов разбега на основе совершенствования различных элементов опорных и безопорных периодов.

3. Комплексное совершенствование системных элементов дугообразной части разбега.

---

1. Попов, Г. И. Биомеханика : учеб. для студ. высш. учеб. заведений / Г. И. Попов. – М. : Академия, 2005. – 256 с.

2. Коренберг, В. Б. Основы качественного биомеханического анализа / В. Б. Коренберг. – М. : Физкультура и спорт, 1979. – 208 с.

3. Шубин, М. С. Вариативность кинематической структуры последних шагов разбега и отталкивания квалифицированных прыгунов в высоту / М. С. Шубин // Теория и практика физической культуры. – 1999. – № 3. – С. 18–19.

4. Стрижак, А. П. Кинематико-динамические особенности техники прыжка в высоту способом «фосбери-флоп» и пути ее освоения : автореф. дис. ... канд. пед. наук / А. П. Стрижак ; ВНИИФК. – М., 1986. – 26 с.

5. Тихонин, В. И. Формирование рациональной ритмо-темповой структуры разбега в прыжках высоту : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.04 / В. И. Тихонин. – Волгоград, 2003. – 25 с.
6. Стрижак, А. П. Ошибки в технике прыжка в высоту / А. П. Стрижак // Легкая атлетика. – 2016. – № 11–12. – С. 12–14.
7. Дьячков, В. М. Прыжок в высоту / В. М. Дьячков. – М. : Физкультура и спорт, 1958. – 212 с.
8. Особенности соревновательной деятельности элитной группы прыгунов в высоту и с шестом / Э. П. Позюбанов [и др.] // Вісник Черніг. нац. пед. ун-та ім. Т. Г. Шевченка / Черніг. нац. пед. ун-т ім. Т. Г. Шевченка ; гол. ред. М. О. Носко. – Вип. 129. – Т. 4. – Чернігів : ЧНПУ, 2015. – С. 157–162. – (Серія: Педагогічні науки. Фізичне виховання та спорт).
9. Коренберг, В. Б. Основы спортивной кинезиологии : учеб. пособие / В. Б. Коренберг. – М. : Советский спорт, 2005. – 232 с.
10. Бобровник, В. И. Совершенствование технического мастерства спортсменов высокой квалификации в легкоатлетических соревновательных прыжках / В. И. Бобровник. – Киев : Наук. світ, 2005. – 321 с.
11. Озолин, Э. С. Спринтерский бег / Э. С. Озолин. – М. : Человек, 2010. – 185 с.
12. Биомеханика : учеб. для студентов спец. «Спорт-пед. деятельность» / под ред. Н. Б. Сотского. – Минск : БГУФК, 2005. – 192 с.

## ГЛАВА 5

### ПРЫЖОК В ДЛИНУ

#### 5.1 Анастасия Мирончик-Иванова, МСМК

Важнейшим фактором, обеспечивающим далекие соревновательные прыжки спортсменки, а также надежность и устойчивость их реализации в течение запланированного периода, является рациональная система как всей ее специфической двигательной деятельности, так и отдельных составных элементов прыжка [1]. Следовательно, в данном случае формирование важнейших элементов техники происходит в строгом соответствии с теми биомеханизмами, которые лежат в основе построения разнообразных циклических и ациклических двигательных действий, связанных с сообщением прыгунье максимальной скорости разбега и ее утилизацией в фазах отталкивания и полета [2]. В этом аспекте анализ и сохранение информации об особенностях этой двигательной композиции (биомеханического портрета), созданной многолетним сотрудничеством спортсменки и ее талантливых педагогов, является одной из важнейших задач белорусских исследователей в области теории и практики построения легкоатлетических упражнений.

Предметом настоящего исследования стали индивидуальные биомеханические особенности построения соревновательного прыжка в длину А. Мирончик-Ивановой.

Анализ временных характеристик пяти последних беговых шагов показывает, что длительность бегового шага, выполняемого толчковой ногой, несколько больше, чем маховой. Так, абсолютная временная протяженность рассматриваемых нами цикловых операций составляет следующий временной ряд: толчковая нога – 0,228 и 0,211 с, а маховая нога – 0,207, 0,185 и 0,187 с (таблица 5.1).

Заметно, что с приближением к месту отталкивания действия прыгуньи последовательно убыстряются, а также изменяется и отношение между временем работы толчковой (правой) и маховой (левой) ног. В первой паре шагов (4 и 3) оно составляет 1,23, а во второй (2 и 1) – уже 1,13. Таким образом, можно отметить, что построение переходной фазы разбега в прыжках в длину связано с выстраиванием как бы предварительной и основной частей подготовки к отталкиванию, позволяющим оптимально подойти к реализации основной фазы прыжка.

Таблица 5.1. – Временные и темпо-ритмовые характеристики последних шагов разбега А. Мирончик-Ивановой (6,53 м)

Характеристики	5-й шаг (левая)	4-й шаг (правая)	3-й шаг (левая)	2-й шаг (правая)	Последний шаг (левая)	Отталкивание (правая)
Опора, с	0,106	0,106	0,106	0,109	0,115	0,125
Полет, с	0,101	0,122	0,079	0,102	0,072	
Время шага, с	0,207	0,228	0,185	0,211	0,187	
Частота шага, ш/с	4,83	4,39	5,41	4,74	5,35	
К(к. б. а)	0,95	1,15	0,74	0,93	0,63	
К(р. к. о. ф)					1,40	0,63

*Примечание:* К (к. б. а) – коэффициент беговой активности: время полета / время опоры; К (р. к. о. ф) – ритмовый коэффициент опорной фазы, отношение длительности между «задним» толчком (момент вертикали – момент отрыва стопы от дорожки) и «передним» толчком (момент постановки стопы на опору – момент вертикали).

Более значимые, на наш взгляд, данные обнаруживаются при рассмотрении ритмических и темповых характеристик выполнения переходной фазы. В ней выделяются две волны нарастания темпа до 5,4 ш/с в третьем и последнем шагах, причем в первом случае величина прироста составляет 1,02 ш/с, а во втором – 0,61 ш/с. С точки зрения общей динамики рассматриваемого показателя – это вполне закономерное явление, позволяющее на ранней стадии сформировать предварительный характер повышения темпа последнего шага разбега. Однако необходимо дополнительное углубленное рассмотрение количественных изменений этого процесса. Значительный прирост темпа в третьем шаге может негативно сказываться на общем ритме построения фазы подготовки к отталкиванию.

Заметно, что временная протяженность различных шагов рассматриваемой фазы разбега обуславливается, в большей степени, за счет изменения периодов полета, поскольку длительность опорных периодов в исследуемых шагах варьирует в пределах от 0,106 до 0,115 с. Кстати, в динамике изменения этого показателя, по мере приближения к месту отталкивания, у прыгуньи прослеживается некоторая тенденция к увеличению опорного взаимодействия (таблица 5.1). Подобная схема варьирования времени взаимодействия спортсменки с опорой может служить косвенным показателем

повышения силовой ориентации выполнения отталкивания. Неосознанное желание повысить эффективность отталкивания за счет его силового компонента заставляет прыгуна расширить возможности для его реализации посредством увеличения времени контактного взаимодействия с опорой уже на последних шагах разбега.

Наибольшая изменчивость временных показателей подготовительной фазы разбега отмечена в полетных периодах. В зависимости от смысловой направленности рассматриваемых циклических действий, вариация этого компонента беговых шагов доходит до 40 %. Максимальное время полетного периода обнаружено в четвертом шаге, отсюда относительное распределение их длительности следующим образом: 100–65–84–59 %. Прыгунья демонстрирует последовательное, причем очень значительное уменьшение рассматриваемого показателя по мере приближения к месту отталкивания.

Естественно, что формирование специализированной структуры выполнения последних шагов разбега в первую очередь направлено на создание оптимальных условий для реализации двигательных действий отталкивания. С этих позиций временная характеристика этого элемента является определенным критерием качества композиции различных внешних и внутренних сил, участвующих в организации этого элемента. В рассматриваемом случае продолжительность отталкивания спортсменки составила 0,125 с, что соответствует модельным характеристикам элитных прыгунов в длину. Существует значительное количество объективных исследований, которые показывают сокращение времени взаимодействия прыгуна с опорой в отталкивании по мере роста его квалификационного уровня, то есть опосредованно указывающих на увеличение доли «даровых» сил в формировании биодинамической структуры этой фазы прыжка. В этой связи настоящий показатель можно рассматривать как предпосылку к дальнейшему совершенствованию данного элемента, поскольку существуют объективные условия для его снижения до 0,110 с [3].

Следует заметить, что ранее спортсменка уже выходила на упомянутый уровень взаимодействия с опорой в отталкивании (таблица 5.2). Это были прыжки, дальность которых достигала 6,80–7,00 м. Рассматривая их характеристические особенности, необходимо обратить внимание на более значимые показатели коэффициента беговой активности для всех последних четырех шагов. В целом это свидетельствует о более высокой активности их исполнения.

Таблица 5.2. – Временные и темпо-ритмовые характеристики последних шагов разбега А. Мирончик-Ивановой (6,80 м, 2016 г.)

Характеристики	4-й шаг (правая)	3-й шаг (левая)	2-й шаг (правая)	Последний шаг (левая)	Отталкивание
Опора, с	0,106	0,099	0,106	0,109	0,109
Полет, с	0,135	0,109	0,119	0,083	
Время шага, с	0,241	0,208	0,225	0,192	
Частота шага, ш/с	4,15	4,81	4,44	5,21	
К(к. б. а)	1,27	1,10	1,12	0,76	
К(р. к. о. ф)				1,07	0,60

Анализ научно-методической литературы показывает, что увеличение скорости во второй половине разбега происходит за счет увеличения темпа. Это повышает надежность попадания на место отталкивания, стабилизирует ритмический рисунок разбега [4]. На заключительной стадии разбега происходит некоторое снижение траектории движения ОЦМТ спортсмена. Наибольшая величина этого процесса наблюдается на последних двух шагах. Тем не менее, высококвалифицированные прыгуны в длину характеризуются минимальными потерями горизонтальной скорости в фазе амортизации и быстрым уходом с опоры при активном проталкивании ОЦМТ вперед [5]. Рассмотрим особенности организации заключительной фазы разбега А. Мирончик-Ивановой на уровне пространственной конструкции двигательных звеньев в граничные моменты построения опорных периодов.

На рисунке 5.1 представлена поза прыгуньи в момент постановки ноги на опору в предпоследнем шаге. Нога ставится практически на всю опорную поверхность стопы, угол постановки ноги около  $63^\circ$ , угол между бедром и голенью составляет  $154^\circ$ , голенью и стопой –  $108^\circ$ . Голень, по отношению к дорожке, занимает положение, близкое к вертикальному ( $86^\circ$ ). Данная конструкция рабочей цепи позволяет обеспечить постановку ноги на опору достаточно близко к проекции ОЦМ тела, но приземление на всю подошвенную площадь стопы снижает эффективность механизма рекуперации мышечной энергии в голеностопном суставе, увеличивает общую ударную вертикальную нагрузку и вызывает дополнительное напряжение мышц бедра [6]. Незначительный угол наклона туловища вперед, около  $5^\circ$ , а также

соответствующее расположение бедра опорной ноги обеспечивают оптимальный угол тазобедренного сустава, составляющий  $153^\circ$ . Активное сведение бедер в полете позволяет спортсменке в момент постановки ноги вывести бедро маховой ноги вперед за вертикаль на  $9^\circ$  и таким образом максимально сблизить продольные оси этих двигательных звеньев. Биомеханически это оправдано тем обстоятельством, что в момент постановки, при данном положении бедра маховой ноги, значительно уменьшается тормозящее действие реакции опоры (по горизонтальной составляющей) и увеличивается активность продвижения спортсменки вперед.



**Рисунок 5.1. – Момент постановки толчковой ноги на опору в предпоследнем шаге**

С момента постановки правой ноги на опору, с целью уменьшения потерь горизонтальной скорости, спортсменка в течение  $0,046$  с упруго сгибает опорную ногу в голеностопном и коленном суставах соответственно на  $16^\circ$  и  $15^\circ$ , что позволяет уменьшить как величину встречной реакции опоры, так и кривизну траектории движения ОЦМТ (рисунок 5.2). Активное сгибание бедра маховой ноги выводит его в лидирующее положение относительно опорного и создает положительный угол их разведения в  $12^\circ$ . Следует отметить достаточно длительное нахождение всей площади стопы на опоре, что также способствует минимизации потерь горизонтальной скорости. Отрыв пятки от опоры начинается только с момента прохождения ОЦМТ через вертикаль. Сохранение стабильного положения туловища и бедра правой ноги следует считать элементом динамической осанки, поскольку в течение амортизационной фазы угол тазобедренного сустава остается практически без изменений –  $156^\circ$ .



**Рисунок 5.2. – Момент вертикали в предпоследнем шаге**

Главным управляющим движением второй половины опорного периода (заднего шага) продолжает оставаться активное разведение бедер (рисунок 5.3). Следует отметить, что за это время относительное положение продольных осей правого и левого бедра изменяется на  $102^\circ$ , а средняя угловая скорость этого процесса составляет  $1717,17$  град/с. В результате столь активных действий, конечная поза левого бедра характеризуется параллельным расположением его продольной оси относительно поверхности дорожки, а угол разгибания правого тазобедренного сустава составляет  $155^\circ$ . Подобная координация работы толчковой и маховой ноги обеспечивает, в конечном итоге, угол отрыва спортсменки от опоры в  $60^\circ$ , что свидетельствует о ее нацеленности на усиление горизонтального вектора перемещения ОЦМТ. Этому же способствует и оптимальное взаимодействие между бедром и голенью опорной ноги. Величина угла разгибания правого коленного сустава в момент отрыва стопы от опоры составляет  $152^\circ$  и, следовательно, общая амплитуда его разгибания от момента вертикали до момента отрыва ноги от опоры составляет всего лишь  $13^\circ$ , причем наиболее активная часть этого процесса совпадает с окончанием опорного взаимодействия. Подобная координация двигательных звеньев наблюдается и в работе голеностопного сустава. Его активность возрастает только после значительного перемещения ОЦМТ за вертикаль и характеризуется значимыми изменениями, составляющими  $25^\circ$ . В связи с этим сгибание в голеностопном суставе опорной ноги можно также отнести к главному управляющему движению для данной фазы построения бегового шага. Устойчивое сохранение продольной оси туловища, отклонение от вертикали составляет всего лишь  $2^\circ$ , свидетельствует

о сохранении динамической осанки этого звена и наличии качественных условий для формирования управляющих движений.



**Рисунок 5.3. – Момент отрыва правой ноги от опоры в предпоследнем шаге**

Формирование двигательной системы последнего шага разбега происходит под влиянием комплексной двигательной установки. Первый компонент – организация условий для эффективной реализации моторного потенциала в отталкивании и второй – минимизация потерь скорости перемещения прыгуньи в процессе необходимой перестройки двигательной структуры. В силу этих причин, а особенно действия первого фактора, величина скорости движения ОЦМТ высококвалифицированного прыгуна в длину на последних двух шагах разбега всегда меньше того максимума, которого он способен достигнуть в гладком беге. Оптимальная разность составляет порядка 0,8–1,0 м/с [8].

В последнем шаге постановка ноги практически всегда выполняется на всю стопу (рисунок 5.4). Данная форма первоначального контакта маховой ноги с поверхностью дорожки аргументируется тем обстоятельством, что в последующем перемещении ОЦМТ существует закономерная необходимость его оптимального понижения относительно уровня опоры, реализуемого через характер постановки биомеханической цепи и ее контролируемого укорочения посредством сгибания в коленном и разгибания в голеностопном суставе. В рассматриваемом варианте наклон нисходящей траектории ОЦМТ усиливается значительным углом сгибания коленного сустава в первоначальный момент организации опоры, составляющим всего лишь 141°. Следует заметить, что в предыдущем шаге эта величина достигала 154°. Существенно изменяется и угол постановки ноги на опору, он уменьшается до 57°.

Ориентация туловища относительно вертикали остается прежней, но за счет сгибания ноги угол тазобедренного сустава уменьшается до  $133^\circ$ . Взаимное положение продольных осей левого и правого бедра, а угол между ними составляет всего лишь  $14^\circ$ , свидетельствует об активной работе по их взаимному перемещению в фазе полета, в результате которого свободная конечность в данной позе способствует целенаправленному продвижению прыгуньи вперед. Расположение звеньев голеностопного сустава ( $107^\circ$ ) и обслуживающих его мышц и связок в данный момент времени создает необходимые условия для накопления в них энергии упругой деформации для ее последующего эффективного использования.



**Рисунок 5.4. – Постановка маховой ноги в последнем шаге разбега**

Продолжительность фазы амортизации в последнем шаге составляет 0,050 с. В течение этого времени спортсменка упруго укорачивает биомеханическую цепь опорной ноги посредством ее сгибания в коленном суставе на  $15^\circ$  и разгибания в голеностопном на  $31^\circ$  (рисунок 5.5). Качественное сохранение вертикальной ориентации туловища в пределах  $8^\circ$  позволяет ей выполнить активное сведение продольных осей бедер, размах которого составляет  $47^\circ$ , а средняя скорость – 940 град/с. Следует обратить внимание на тот факт, что и в этом шаге спортсменка плотно контактирует всей поверхностью стопы с опорой до момента выхода ОЦМТ на вертикаль. В совокупности с эффективным движением бедра толчковой ноги, а в данный момент угол его опережения относительно звена опорной ноги составляет  $31^\circ$ , создаются выгодные биомеханические условия для повышения ритмового коэффициента опорной фазы заключительного шага до 1,4 у. е.



**Рисунок 5.5. – Момент вертикали в последнем шаге разбега**

Временная реализация фазы отталкивания последнего шага происходит несколько медленнее – она продолжается 0,069 с. Это аргументируется изменением режима динамической работы мышц, значительной величиной преодолевающих усилий и усложнением двигательной координации. Угол отрыва от опоры в данный момент составляет  $68^\circ$  (рисунок 5.6). Ранжирование амплитуды движений в различных суставах в отталкивании выводит на первый план угол разведения бедер –  $70^\circ$ , в голеностопном опорной ноги эта величина достигает  $40^\circ$ , а в коленном –  $24^\circ$ . Средняя скорость изменения положения двигательных звеньев соответственно составляет 1449, 580 и 347 град/с. Минимизация разгибательных действий в коленном суставе опорной ноги свидетельствует о сохранении целевой установки на максимальное горизонтальное продвижение спортсменки.



**Рисунок 5.6. – Момент отрыва ноги от опоры в последнем шаге разбега**

На место отталкивания нога ставится с пятки (рисунок 5.7). Полный контакт стопы с опорой формируется через 0,0066 с. Угол постановки, рассчитанный относительно первичного касания

опоры (пяткой), составляет порядка  $57^\circ$ , а относительно переднего края стопы –  $48^\circ$ . И в том и в другом случае это меньше модельных значений, рекомендуемых литературными источниками –  $65\text{--}70^\circ$  [7]. Углы в коленном и голеностопном суставах соответственно равны  $166^\circ$  и  $118^\circ$ . Анализ подобной конструкции двигательных звеньев спортсменки в начальный момент отталкивания показывает, что существуют значительные предпосылки для появления реактивных сил, снижающих эффективность рассматриваемого двигательного действия. Увеличивается горизонтальная составляющая реакции опоры, направленная против движения прыгуньи, а вместе с ней возрастает нагрузка на рабочие элементы двигательного аппарата спортсменки. Рост горизонтального сопротивления провоцирует изменение траектории движения ОЦМТ под большим углом от опоры. Этому же в определенной степени способствует и относительное положение бедра маховой ноги в течение  $0,013$  с, движущегося по нисходящей кривой. Данная позиция возникает в результате значительного угла между продольными осями бедер в момент постановки ноги на опору ( $47^\circ$ ), что несколько превышает модельные характеристики для далеких прыжков –  $32\text{--}38^\circ$  [8]. Следует, однако, отметить, что отмеченный угол постановки ноги на планку создает оптимальные условия для реализации биомеханизма «перевернутого маятника», создающего  $70\text{--}80\%$  вертикальной скорости в отталкивании. Так что с позиции построения сильного отталкивания данную конструкцию биомеханической цепи относительно дорожки следует признать рациональной [1].



**Рисунок 5.7. – Момент постановки ноги в отталкивании**

Фаза амортизации в отталкивании продолжается  $0,076$  с. В течение этого времени угол сгибания коленного сустава опорной ноги уменьшается на  $24^\circ$ , а разгибания голеностопного – на  $27^\circ$  (рисунок 5.8).

В сочетании с эффективным удержанием вертикального положения туловища и активным сгибанием бедра маховой ноги, средняя скорость которого составила 1221 град/с, это способствовало упругой деформации мышц и сухожилий рабочего аппарата и накоплению в них определенного потенциала напряжения.



**Рисунок 5.8. – Момент вертикали в отталкивании**

Длительность заключительной стадии отталкивания составила 0,049 с. Момент отрыва ноги от опоры характеризуется следующим пространственным расположением двигательных звеньев: отклонение туловища назад от вертикали составляет  $3^\circ$ , угол разведения бедер –  $104^\circ$ , коленного сустава толчковой ноги –  $176^\circ$ , голеностопного сустава –  $151^\circ$ , коленного сустава маховой ноги –  $90^\circ$  при горизонтальном положении бедра относительно опоры (рисунок 5.9). Подобная пространственная конструкция двигательной системы предопределила угол отталкивания спортсменки в  $71\text{--}72^\circ$ . В целом это соответствует минимальному уровню данного показателя, характерного для далеких прыжков ( $73\text{--}76^\circ$ ) [4].



**Рисунок 5.9. – Момент отрыва ноги от опоры в отталкивании**

Определенный теоретический и методический интерес вызывает динамика угловых перемещений двигательных звеньев на различных стадиях формирования заключительной фазы отталкивания (таблица 5.3). Заметно, что сразу же после прохождения вертикали функцию главного управляющего движения берет на себя сгибание бедра маховой ноги, за счет которого разведение бедер достигает 87°. Поскольку реализация данного перемещения требует организации качественной опоры, функция коленного и голеностопного суставов толчковой ноги в большей мере приближается к формированию элементов динамической осанки.

Таблица 5.3. – Пространственные и пространственно-временные показатели фазы «вертикаль – отрыв от опоры» в отталкивании

Суставы	Время					
	0–0,0165 с с момента вертикали		0,0165–0,0330 с с момента вертикали		0,0330–0,0485 с с момента вертикали	
	Размах движения, °	V, рад/с	Размах движения, °	V, рад/с	Размах движения, °	V, рад/с
Разведения бедер	21	22,32	21	22,32	18	19,12
Коленный	6	6,37	10	10,63	18	19,12
Голеностопный	4	4,25	20	21,26	37	39,33

Спустя 0,0165 с, за счет продолжающегося активного разведения бедер, ОЦМТ спортсменки выходит вперед относительно площади опоры толчковой ноги, и это способствует быстрому включению в работу основных мышц голеностопного сустава. Амплитуда и скорость его сгибания в это время увеличиваются практически в пять раз. Активность разгибания коленного сустава также увеличивается, однако не столь значительно. Возможно это связано с тем обстоятельством, что раннее включение этого сочленения в работу будет способствовать увеличению вертикальной составляющей реакции опоры и вызовет чрезмерное повышение угла вылета спортсменки.

Окончание отталкивания характеризуется высокой активностью работы во всех суставах. Функцию главного управляющего движения однозначно переключает на себя голеностопный сустав, в котором отмечаются максимальные величины амплитуды и скорости за все время развертывания рассматриваемого процесса. Наибольшего

для себя размаха движения достигает и коленный сустав, формируя рациональный угол отталкивания прыгуньи. В координационном же аспекте следует отметить высокую активность разведения бедер на протяжении всего заднего шага и последовательное, но с разной скоростью, разгибание в коленном и голеностопном суставах.

**Заключение.** Анализ характера построения рассмотренных элементов техники прыжка в длину А. Мирончик-Ивановой показал, что ее система движений в целом отвечает требованиям рационального формирования специализированных действий в фазах подготовки к отталкиванию и отталкивания. Вместе с тем в организации ряда двигательных действий были выявлены определенные отклонения от оптимальной модели, устранение которых, на наш взгляд, позволит спортсменке повысить качество исполнения соревновательного упражнения.

1. Оптимизировать темповую структуру четырех последних шагов, поскольку в настоящем варианте наблюдается чрезмерное повышение частоты шага в третьем беговом цикле.

2. Постановка стопы в предпоследнем шаге на переднюю часть позволит повысить эффективность механизма рекуперации мышечной энергии в голеностопном суставе, а также снизит общую ударную вертикальную нагрузку и напряжение мышц бедра.

3. Уменьшение угла сгибания в коленном суставе в фазе амортизации отталкивания повысит качество реализации механизма перевернутого маятника.

4. Увеличение угловой скорости бедра маховой ноги перед постановкой толчковой на опору позволит снизить величину негативного силового поля и тем самым создать условия для эффективного реактивно-махового отталкивания.

## **5.2 Анастасия Мирончик-Иванова, МСМК**

В течение зимнего соревновательного периода 2020 года, согласно плану подготовки к Олимпийским играм в Токио, спортсменка выступила в ряде международных соревнований и продемонстрировала серию прыжков в границах 6,50–6,70 м. В целом это свидетельствует о сохранении как уровня двигательных кондиций, так и качества реализации специализированной системы движений, которые позволили прыгунье в прошлом сезоне успешно соревноваться с лучшими представительницами этого вида легкой атлетики. Однако серьезная конкуренция за медали предстоящих

крупнейших международных соревнований предполагает, в первую очередь, качественное совершенствование системы двигательных действий основного соревновательного упражнения. С этих позиций и была выстроена схема экспериментальных и теоретических исследований, направленная на выявление позитивных сдвигов системно-структурной организации основных элементов техники прыжка в длину А. Мирончик.

В настоящем исследовании, благодаря использованию более современных методов регистрации двигательных действий спортсменов, основное внимание было уделено изучению организации не только подготовки к отталкиванию и его реализации, но и последних двенадцати шагов разбега прыгуньи в длину. Поскольку опорное взаимодействие спортсмена является основным источником скорости его передвижения, а последняя в максимальной степени определяет спортивный результат, рассмотрим динамику времени периода опоры шести двойных беговых шагах (таблица 5.4). Выделенная система двигательных действий обнаруживает последовательное, по мере продвижения к планке, сокращение времени взаимодействия спортсменки с опорой, причем адекватное как для левой, так и для правой ноги. К моменту достижения плато максимальной скорости бега, время опоры снижается в среднем до 0,104 со 0,140 с, зафиксированных на начальной стадии разбега. Следует отметить достаточно равномерное изменение этого показателя по мере нарастания скорости продвижения, а также сопоставимость абсолютных величин для каждого двойного шага. На наш взгляд, это отражает скоростной характер решения двигательной задачи, стоящей перед разбегом в длину. Наличие же серьезной аритмии в опорных показателях правой и левой ноги в динамике разбега в большей степени свидетельствует о силовом варианте ее реализации.

Длительность полетных периодов обнаруживает большую вариативность, причем в первых двух двойных шагах заметно временное преимущество левой ноги, затем характер отношений изменяется в пользу правой с последующим переходом на первоначальный вариант. Время же полетных периодов заключительных шагов варьирует в соответствии с необходимостью построения пространственных композиций двигательных звеньев прыгуньи для организации рационального отталкивания.

Таблица 5.4. – Временные и темпо-ритмовые характеристики 12 последних шагов разбега А. Мирончик (2020 г.; 6,70 м)

Характеристики	Опора, с	Полет, с	Время шага, с	Частота шагов, ш/с	К (к. б. а)	К (р. к. о. ф)
1-й шаг (правая)	0,140	0,112	0,252	3,97	0,80	–
2-й шаг (левая)	0,136	0,128	0,264	3,79	0,94	–
3-й шаг (правая)	0,124	0,124	0,248	4,03	1,00	–
4-й шаг (левая)	0,124	0,132	0,256	3,91	1,06	–
5-й шаг (правая)	0,112	0,128	0,240	4,17	1,14	–
6-й шаг (левая)	0,112	0,116	0,228	4,39	1,04	–
7-й шаг (правая)	0,108	0,112	0,220	4,55	1,04	–
8-й шаг (левая)	0,108	0,120	0,228	4,39	1,11	–
9-й шаг (правая)	0,104	0,120	0,224	4,46	1,15	–
10-й шаг (левая)	0,108	0,092	0,200	5,00	0,85	–
11-й шаг (правая)	0,112	0,108	0,220	4,55	0,91	1,00
12-й шаг (последний)	0,120	0,068	0,186	5,38	0,57	1,00
Отталкивание (правая)	0,120	–	–	–	–	0,47

*Примечание:* К (к. б. а) – коэффициент беговой активности: время полета / время опоры; К (р. к. о. ф) – ритмовый коэффициент опорного периода, отношение длительности между «задним» толчком (момент вертикали – момент отрыва стопы от дорожки) и «передним» толчком (момент постановки стопы на опору – момент вертикали).

Таблица 5.5. – Временные и темпо-ритмовые характеристики последних пяти шагов разбега А. Мирончик (2019 г.; 6,53 м)

Характеристики	5-й шаг (левая)	4-й шаг (правая)	3-й шаг (левая)	2-й шаг (правая)	Последний шаг (левая)	Отталкивание
Опора, с	0,106	0,106	0,106	0,109	0,115	0,125
Полет, с	0,101	0,122	0,079	0,102	0,072	
Время шага, с	0,207	0,228	0,185	0,211	0,187	
Частота шагов, ш/с	4,83	4,39	5,41	4,74	5,35	
К (к. б. а)	0,95	1,15	0,74	0,93	0,63	
К (р. к. о. ф)				1,29	1,40	0,63

Сравнительный анализ имеющихся данных 2019 и 2020 годов свидетельствует о некоторых позитивных изменениях, отражающих характер построения временной и темпо-ритмовой структур отталкивания и последних пяти шагов разбега (таблицы 5.4 и 5.5). Так, в заключительном опорном взаимодействии спортсменки, наряду с некоторым уменьшением его времени, произошла также структурная перестройка между фазой амортизации и отталкивания, свидетельствующая о повышении активности специализированных действий прыгуньи после прохождения момента вертикали. Можно предположить, что подобная перестройка работы двигательных звеньев в этом элементе явилась следствием целенаправленного совершенствования махового движения переносной ноги, имевшего место в тренировочном процессе А. Мирончик.

Оправданное, на наш взгляд, увеличение периодов полета в восьмом (пятом, 2019) и одиннадцатом (втором, 2019) шагах в настоящем сезоне в определенной мере способствовало совершенствованию ритмики последних шагов, так как в 2019 году наблюдается весьма значительная разница в частоте между последними пятью беговыми шагами: 0,06–0,54–0,45–0,83 ш/с (2020 г.) и 0,44–1,01–0,67–0,61 ш/с (2019 г.). Косвенным подтверждением этого явления выступает определенное выравнивание коэффициентов беговой активности рассматриваемых шагов. Здесь также следует отметить значительное уменьшение в этом сезоне ритмового коэффициента опорного периода последних двух шагов, что, на наш взгляд, позитивно отражается на качестве

последующих двигательных действий в момент постановки ноги на планку.

Ранее мы отмечали (отчет 2019 г.), что в динамике изменения времени опоры, по мере приближения прыгуньи к месту отталкивания, прослеживается некоторая тенденция к его увеличению (таблица 5.5). Было высказано предположение, что подобная схема варьирования времени взаимодействия спортсменки с опорой может служить косвенным показателем повышения силовой ориентации выполнения отталкивания – важнейшего элемента системы двигательных действий прыгунов в длину. Неосознанное желание повысить эффективность отталкивания за счет его силового компонента заставляет прыгуна расширить возможности для реализации этого элемента посредством увеличения времени контактного взаимодействия с опорой уже на подготовительных шагах разбега. В настоящем варианте прыжка мы обнаруживаем ту же тенденцию – время взаимодействия спортсменки с опорой в предпоследнем и последнем шагах в определенной мере увеличивается. Следует заметить, что последнем шаге это вызвано также постановкой стопы с пятки, что биомеханически удлиняет этот процесс, поскольку перекаат дистального звена через всю подошвенную поверхность механически увеличивает время взаимодействия прыгуньи с опорой и не позволяет в должной мере использовать энергию упругой деформации мышц стопы и голени в формировании фазы отталкивания. Однако построение опорного движения последнего шага в настоящем сезоне несколько отличается от аналогичного процесса прошлого года. Объективным показателем этого является величина ритмового коэффициента опорной фазы. В настоящее время спортсменка добилась его снижения на 0,40 у. е. по сравнению с ранее отмеченным, что свидетельствует о перестройке отношений между фазами амортизации и отталкивания в последнем шаге. Если в прыжках прошлого сезона фаза торможения протекала значительно быстрее последующего движения, что, возможно, не позволяло в должной мере создать необходимое рабочее напряжение специфических мышечных групп, то сейчас, благодаря более продолжительному процессу воздействия на двигательный аппарат в этой стадии, происходит его более эффективное срабатывание при разгибании голеностопного и коленного суставов опорной ноги.

Рассмотрим выявленные изменения в организации заключительной фазы разбега А. Мирончик на уровне пространственной конструкции двигательных звеньев в граничные моменты построения опорных периодов.



а



б

**Рисунок 5.10. – Момент постановки толчковой ноги на опору в предпоследнем шаге:  
а) 2019 г.; б) 2020 г.**

На рисунке 5.10 представлена поза прыгуньи в момент постановки ноги на опору в предпоследнем шаге. Здесь, на наш взгляд, основная позитивная перестройка системы движений ассоциируется с изменением характера постановки правой ноги на опору. Ранее приземление на всю подошвенную площадь стопы вызывало снижение эффективности механизма рекуперации мышечной энергии в голеностопном суставе, увеличивало общую ударную вертикальную нагрузку и приводило к дополнительному напряжению мышц бедра. Подобная реакция двигательной системы в основном определялась незначительным, для данного момента, углом между голенью и стопой, составлявшим  $108^\circ$ . В настоящее время величина этого угла –  $122^\circ$  и это в определенной степени повышает качество взаимодействия правой ноги с опорой. Остальные же пространственные характеристики: углы постановки ноги на опору, наклона туловища, коленного и тазобедренного суставов, остались в пределах модельных параметров, обеспечивающих оптимальное построение последующих фаз двигательного действия. Следует также отметить характерное для прыгуньи активное сведение бедер в предшествующий полетный период, позволяющее ей в момент постановки ноги вывести бедро маховой ноги вперед за вертикаль и таким образом максимально сблизить продольные оси этих двигательных звеньев. Это в значительной степени уменьшается тормозящее действие реакции опоры (по горизонтальной составляющей) и увеличивается активность продвижения спортсменки вперед.



а



б

**Рисунок 5.11. – Момент вертикали в предпоследнем шаге:  
а) 2019 г.; б) 2020 г.**

Направленность изменений величины ритмового коэффициента опорного периода предпоследнего шага свидетельствует (таблицы 5.4, 5.5), что спортсменке в настоящее время удается более качественно выстраивать фазу отталкивания в этом двигательном действии. Изначально этому способствовал значительный угол голеностопного сустава в момент постановки, оптимальную величину которого прыгунье удастся сохранить и в момент вертикали рассматриваемого шага (рисунок 5.11б). Заметно, что пятка опорной ноги высоко поднята над поверхностью дорожки, а вес тела распределяется только на передней подошвенной поверхности стопы. Это создает позитивные условия для создания эффективного натяжения рабочих мышц голеностопного сустава, позволяющего в должной мере повысить активность фазы отталкивания и тем самым оптимизировать конструкцию этого двигательного процесса.

Условия, созданные в момент постановки ноги на опору и поддержанные спортсменкой в момент вертикали, положительно отразились и на построении фазы отталкивания в предпоследнем шаге (рисунок 5.12). В первую очередь следует отметить уменьшение угла разведения бедер, вызванное не столь активным подъемом левого бедра в данный момент, а также некоторое снижение угла коленного сустава опорной ноги. В совокупности это способствовало, на наш взгляд, повышению продольной составляющей скорости бега прыгуньи. Устойчивое сохранение продольной оси туловища, отклонение от вертикали составляет около двух градусов, свидетельствует о сохранении динамической осанки этого звена и наличии качественных условий для формирования управляющих движений.



а



б

**Рисунок 5.12. – Момент отрыва правой ноги от опоры  
в предпоследнем шаге:  
а) 2019 г.; б) 2020 г.**

Как отмечалось ранее, формирование системы движений последнего шага разбега происходит под влиянием комплексной двигательной установки. Первый компонент – организация условий для эффективной реализации моторного потенциала в отталкивании и второй – минимизация потерь скорости перемещения прыгуньи в процессе необходимой перестройки двигательной структуры. В силу этих причин, а особенно действия первого фактора, максимальная скорость высококвалифицированного прыгуна в длину на последних двух шагах разбега всегда меньше того максимума, которого он способен достигнуть в гладком беге. Оптимальная разность составляет порядка 0,8–1,0 м/с. Подобное снижение скорости позволяет качественно реорганизовать исполнение элементарных системных действий и достичь запланированного спортивного результата [5].

Обязательная организация контакта ноги с пятки вызывает, для уменьшения величины встречной реакции опоры, повышение угла постановки опорной ноги до  $67^\circ$ . С этой же целью уменьшается угол коленного и голеностопного суставов левой ноги. В данный момент их величина составляет  $145^\circ$  и  $99^\circ$  (рисунок 5.13б). В целом это практически идентичные показатели двигательной конструкции, реализуемой спортсменкой на предыдущих этапах. Можно только предположить, что ранее сформированные позитивные условия позволили прыгунье прийти в наблюдаемое положение с повышенной скоростью разбега, которая и позволила ей в дальнейшем показать результат более высокого уровня.



а



б

**Рисунок 5.13. – Постановка маховой ноги в последнем шаге разбега:  
а) 2019 г.; б) 2020 г.**

Продолжительность фазы амортизации в последнем шаге современного варианта прыжка несколько увеличилась и составила 0,060 с. В течение этого времени спортсменка упруго укорачивает биомеханическую цепь опорной ноги посредством ее сгибания в коленном суставе на  $25^\circ$  и разгибания в голеностопном на  $27^\circ$  (рисунок 5.14). Соответственно это на  $10^\circ$  больше и на  $4^\circ$  меньше, чем в ранее используемом варианте этого движения. С каких позиций следует оценивать произошедшие пространственные изменения двигательной конструкции? С одной стороны, следует иметь в виду, что подобное изменение траектории движения ОЦМТ в большей мере должно отразиться на вариации горизонтальной скорости разбега, то есть ее потери несколько возрастут, но с другой – повысится качество перехода от разбега к отталкиванию за счет большего совмещения вектора скорости ОЦМТ в этих компонентах целостного движения.



а



б

**Рисунок 5.14. – Момент вертикали в последнем шаге разбега:  
а) 2019 г.; б) 2020 г.**

Реализация фазы отталкивания последнего шага в современном исполнении прыгуньи происходит несколько быстрее – она продолжается 0,060 с. Это аргументируется повышением активности махового движения бедра переносной ноги, некоторым уменьшением угла разведения бедер и угла разгибания коленного сустава. Минимизация разгибательных действий в коленном суставе опорной ноги свидетельствует о сохранении целевой установки на максимальное горизонтальное продвижение спортсменки. В результате угол отрыва от опоры в данный момент составляет  $58^\circ$  (рисунок 5.15).



а



б

**Рисунок 5.15. – Момент отрыва ноги от опоры  
в последнем шаге разбега:  
а) 2019 г.; б) 2020 г.**

На рисунке 5.16 представлен момент постановки ноги на место отталкивания. Здесь также обнаруживаются определенные пространственные изменения позы прыгуньи, влияющие на достижение целевого результата спортивного упражнения. Так, в современной композиции спортсменке удалось несколько повысить угол постановки толчковой ноги, доведя его до  $59^\circ$ . Это в определенной мере снизило величину горизонтальной составляющей реакции опоры, направленная против движения прыгуньи, а вместе с ней и динамическую нагрузку на рабочие элементы ее двигательного аппарата. Активное сведение бедер в полетный период последнего шага способствовало снижению угла их разведения в рассматриваемый момент и создало, за счет практически вертикального положения продольной оси левого бедра, условия для быстрого подключения маховой ноги в отталкивание. Несколько увеличились углы отклонения туловища от вертикали назад (до  $9^\circ$ )

и тазобедренного сустава опорной ноги (до  $147^\circ$ ). Другие показатели относительного расположения двигательных звеньев опорной ноги остались практически без изменений: угол коленного сустава –  $166^\circ$ , а голеностопного –  $125^\circ$ .



а



б

**Рисунок 5.16. – Момент постановки ноги в отталкивании:**  
а) 2019 г.; б) 2020 г.



а



б

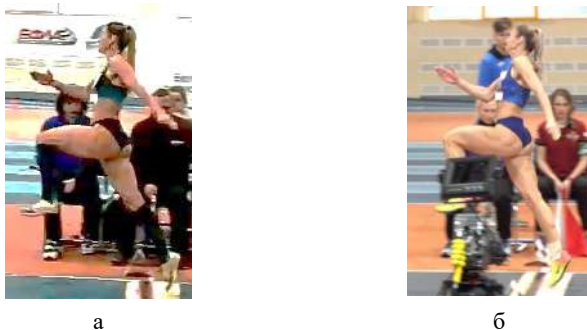
**Рисунок 5.17. – Момент вертикали в отталкивании:**  
а) 2019 г.; б) 2020 г.

Фаза амортизации в отталкивании продолжается 0,080 с. В течение этого времени угол сгибания коленного сустава опорной ноги уменьшается на  $11^\circ$ , а разгибания голеностопного – на  $27^\circ$  (рисунок 5.17). В соревновательном упражнении годичной давности амплитуда сгибания коленного сустава составляла  $24^\circ$ , что в определенной мере снижало качество функционирования

механизма перевернутого маятника, который, по мнению многих исследователей, играет важнейшую роль в создании вертикальной скорости ОЦМТ в отталкивании [9]. Таким образом, уменьшение угла деформации в коленном суставе в данной фазе отталкивания следует считать позитивным явлением в реализации основной двигательной задачи соревновательного упражнения.

Длительность заключительной фазы отталкивания в современном варианте несколько сократилась и составила 0,040 с. В первую очередь это явилось следствием эффективных действий прыгуньи в предыдущей части отталкивания, а также удержания продольной оси туловища в требуемых границах, активного маха левой ногой и разгибания опорной в заключительной фазе взаимодействия спортсменки с поверхностью дорожки. Подобная согласованность в работе основных рабочих звеньев позволила прыгунье значительно увеличить угол отталкивания в рассматриваемом прыжке, который достиг требуемых модельных величин и составил  $76^\circ$  [7].

Момент отрыва ноги от опоры характеризуется следующим пространственным расположением двигательных звеньев: отклонение туловища назад от вертикали составляет  $7^\circ$ , угол разведения бедер –  $107^\circ$ , коленного сустава толчковой ноги –  $175^\circ$ , голеностопного сустава –  $141^\circ$ , коленного сустава маховой ноги –  $77^\circ$  при горизонтальном положении бедра относительно опоры (рисунок 5.18).



**Рисунок 5.18. – Момент отрыва ноги от опоры в отталкивании:**  
а) 2019 г.; б) 2020 г.

Окончание отталкивания характеризуется высокой активностью работы во всех суставах. Функцию главного управляющего

движения однозначно переключает на себя голеностопный сустав, в котором отмечаются максимальные величины амплитуды ( $37^\circ$ ) и скорости за все время разворачивания рассматриваемого процесса. Наибольшего для себя размаха движения достигает и коленный сустав ( $20^\circ$ ), формируя рациональный угол отталкивания прыгуни.

**Заключение.** Постановка стопы в предпоследнем шаге на переднюю часть стопы привела к повышению эффективности механизма рекуперации мышечной энергии в голеностопном суставе, снизила общую ударную вертикальную нагрузку и напряжение мышц бедра.

Уменьшение угла деформации в коленном суставе опорной ноги с  $24^\circ$  до  $11^\circ$  в фазе амортизации отталкивания следует считать позитивной предпосылкой для реализации механизма перевернутого маятника, в наибольшей степени формирующего вертикальную составляющую скорости ОЦМТ в этот период.

Активное сведение бедер в полетный период способствует снижению угла их разведения в момент образования опорного контакта и создает, за счет практически вертикального положения продольной оси переносного бедра, условия для быстрого подключения маховой ноги к отталкиванию.

### **5.3 Артем Гурин, результат – 7,89 м. Владислав Булахов, результат – 7,85 м**

В представленном исследовании рассмотрены как общие вопросы построения соревновательного упражнения, так и некоторые частные аспекты формирования наиболее значимых специализированных двигательных действий.

Анализ характерных сторон организации предварительного разгона (разбега) обоих прыгунов показал, что они используют практически однотипную схему набора скорости. Исходная поза перед началом разбега – положение высокого старта. В настоящее время этот вариант наиболее часто встречается в группе ведущих прыгунов, поскольку способствует стабильному выполнению разбега, обеспечивает точность попадания на место отталкивания [4]. Следует отметить, что в данном соревновании оба спортсмена все свои попытки выполнили без заступов, а максимальное отклонение от лучшего результата у А. Гурина составило 2,9 %, а у В. Булахова – 3,3 %.

Далее спортсмены используют быстрый и мощный стартообразный разгон (до 9 беговых шагов), переходящий в активное темповое продвижение с дальнейшим наращиванием скорости (7–8 беговых шагов). Подобный вариант изменения скорости в разбеге характерен для прыгунов в длину с преобладающим развитием скоростных способностей. Анализ динамики темповой характеристики показывает, что частота шагов у А. Гурина в третьем беговом шаге составляет 3,56 ш/с, а у В. Булахова – 3,36 ш/с, в пятом – 3,79 и 3,79 ш/с, в девятом – 4,39 и 3,79 ш/с, в двенадцатом – 4,39 и 3,89 ш/с соответственно. На последних пяти беговых шагах наблюдается индивидуальный для каждого прыгуна вариант изменения данного показателя, но в целом его величина отражает приоритетную значимость темпа беговых шагов (таблица 5.6). Исследования показали, что рациональный вариант динамики темпа шагов и их длины характеризуется плавным нарастанием обеих характеристик в первой половине разбега, а затем увеличение скорости в большей степени должно происходить за счет нарастания частоты беговых шагов при определенной стабилизации их длины. В конечном итоге это способствует повышению стабильности выполнения всех основных элементов производимых двигательных действий, что положительно влияет на сохранение скорости передвижения прыгуна и точность попадания на место отталкивания [10].

Таблица 5.6. – Временные и темпо-ритмовые характеристики последних пяти шагов разбега А. Мирончик (6,59 м), А. Гурина (7,89 м) и В. Булахова (7,85 м)

Характеристики	5-й шаг (левая)	4-й шаг (правая)	3-й шаг (левая)	2-й шаг (правая)	Последний шаг (левая)	Отталкивание
Опора, с						
Мирончик	0,106	0,106	0,106	0,109	0,115	0,125
Гурин	0,096	0,093	0,089	0,086	0,093	0,106
Булахов	0,102	0,099	0,096	0,086	0,109	0,129
Полет, с						
Мирончик	0,101	0,122	0,079	0,102	0,072	
Гурин	0,132	0,135	0,127	0,149	0,086	
Булахов	0,138	0,138	0,127	0,132	0,66	
Время шага, с						
Мирончик	0,207	0,228	0,185	0,211	0,187	
Гурин	0,228	0,228	0,216	0,235	0,179	
Булахов	0,240	0,237	0,223	0,218	0,175	

Окончание таблицы 5.6

Характеристики	5-й шаг (левая)	4-й шаг (правая)	3-й шаг (левая)	2-й шаг (правая)	Последний шаг (левая)	Отталкивание
Частота шагов, ш/с						
Мирончик		4,15	4,81	4,44	5,21	6,80 м
Мирончик	4,83	4,39	5,41	4,74	5,35	6,59 м
Гурин	4,39	4,39	4,63	4,26	5,57	
Булахов	4,14	4,22	4,48	4,58	5,71	
К (к. б. а)						
Мирончик		1,27	1,10	1,12	0,76	6,80 м
Мирончик	0,95	1,15	0,74	0,93	0,63	6,59 м
Гурин	1,38	1,45	1,42	1,73	0,92	
Булахов	1,35	1,39	1,32	1,53	0,61	

*Примечание:* К (к. б. а) – коэффициент беговой активности: время полета / время опоры.

Общая же длина разбега у А. Гурина составляет 19, а у В. Булахова – 20 беговых шагов. В целом, если исходить из максимальной величины этого элемента (22–24 б. ш.), следует отметить нацеленность молодых прыгунов на формирование двигательной установки выполнения предварительной части прыжка, акцентирующей скоростной аспект проявления своих двигательных возможностей. Настоящая длина разбега в полной мере позволяет реализовать эту психологическую предпосылку и утилизировать ее в главной фазе прыжка.

В таблице 5.6 представлены временные и темпо-ритмовые показатели заключительных шагов разбега исследуемых спортсменов, вполне достоверно отражающие характер построения двигательных действий на субмаксимальной и максимальной для них скорости разбега. Подобное утверждение базируется на данных научных исследований, показывающих, что за четыре шага до отталкивания ее величина достигает у элитных спортсменов 9,6–10,0 м/с, а затем увеличивается до 10,1–10,6 м/с на последних двух шагах [11]. В этой связи полученные результаты рассматриваются на основе озвученной динамики скорости прыгунов в длину. Для качественного сравнения индивидуальных параметров используются аналогичные показатели нашей сильнейшей прыгуньи в длину А. Мирончик-Ивановой.

Длительность опорных взаимодействий А. Гурина и В. Булахова, характерная для них в заключительной части разбега, вполне сопоставима с продолжительностью аналогичных двигательных действий квалифицированных бегунов на короткие

дистанции [6], что свидетельствует о высоком уровне проявления их скоростных способностей. Некоторое незначительное преимущество в стабильности этого показателя мы обнаруживаем у первого спортсмена, однако пороговое значение параметра у них абсолютно одинаково и составляет 0,86 с (таблица 5.6). В целом же обнаруживается однородная тенденция постепенного снижения времени контакта с дорожкой на протяжении пятого-второго шагов. Тем не менее, возможно для В. Булахова стабилизация времени взаимодействия с опорой на последних шагах разбега на вполне доступном для него уровне является одним из возможных вариантов повышения эффективности рассматриваемого технического элемента.

Показатель времени периода полета не является базовым критерием, определяющим качественные особенности построения циклических действий прыгуна в длину. Однако его отношение с периодом опоры в определенной мере позволяет оценить характер формирования бегового шага. Если исходить из 1,2–1,4 у. е. коэффициента беговой активности, характерного для квалифицированных бегунов на короткие дистанции, то соответствующие показатели исследуемых прыгунов на последних шагах разбега в значительной мере превосходят указанную величину. Анализ показывает, что на этом участке значение рассматриваемого коэффициента колеблется у них от 1,32 до 1,71 у. е. (таблица 5.6). Это указывает на концентрацию внимания спортсменов не только на активное сведение бедер в полете, определяющее темп беговых шагов, но и на выполнении «заднего» толчка. То есть, несмотря на доминирующую установку «частотного» бега на второй половине дистанции, спортсмены продолжают достаточно активно взаимодействовать с опорой, формируя значительные траектории ОЦМТ в период полета. Поскольку в научно-методической литературе вопрос модельных характеристик этого показателя разработан весьма слабо, эффективность реальных двигательных действий можно рассмотреть путем сопоставления с соответствующими параметрами элитных прыгунов. Так, например, современная схема реализации последних шагов разбега у А. Мирончик происходит с явно выраженной частотной компонентой. Вместе с тем более далекие прыжки предыдущих лет выполнялись ею с более высоким коэффициентом беговой активности (таблица 5.6).

В прыжке А. Менькова на 8,56 м частотные характеристики трех последних шагов составляли соответственно: 5,00–3,84 и 5,26 ш/с [10].

Если сопоставлять их с соответствующими показателями рассматриваемого коэффициента, то скорее всего его величина у чемпиона мира в этой попытке составляла не более 1,2 у. е. Из таблицы 5.6 видно, что увеличение частоты шагов до пяти и более в секунду происходит при значительном снижении коэффициента беговой активности. В связи с этим одним из реальных вариантов повышения эффективности специализированной двигательной деятельности прыгунов на заключительной стадии разбега может быть дальнейшее совершенствование темповой доминанты, то есть снижение коэффициента беговой активности рассматриваемых шагов за счет переформатирования их базовых компонентов.

Дальнейший визуальный и цифровой материал отражает особенности пространственного построения последних трех шагов разбега и отталкивания в лучших прыжках А. Гурина (7,89 м) и В. Булахова (7,85 м). Третий шаг по характеру своего выполнения и целевой направленности в полной мере относится к беговой конструкции. По ряду отличительных особенностей в нем уже заложены предпосылки для организации рациональной подготовки к отталкиванию и его последующего выполнения (рисунок 5.19).



А. Гурин



В. Булахов

**Рисунок 5.19 – Момент постановки ноги в третьем шаге**

Так, угол постановки опорной ноги составляет у обоих спортсменов  $71^\circ$ , что в должной мере способствует сокращению времени переднего «толчка» и уменьшению величины горизонтальной составляющей реакции опоры, направленной против движения. Активное сведение бедер в полетном периоде предыдущего шага позволяет прыгунам к моменту приземления создать такую их позицию, которая формирует позитивные условия

для максимального продвижения вперед. Угол опережения бедра маховой ноги в момент вертикали составляет у них 28° и 42°. Обращает на себя внимание эффективная работа голеностопного сустава как в момент образования контакта с опорой, так и в фазе «заднего» толчка. Размах его тыльного сгибания составляет у А. Гурина 53°, а у В. Булахова – 40° (таблица 5.7).

Таблица 5.7. – Пространственные характеристики трех последних шагов разбега и отталкивания А. Гурина (7,89 м) и В. Булахова (7,85 м)

Показатели		3-й шаг	2-й шаг	1-й шаг	Отталкивание
Угол постановки, °	Гурин	71	71	68	56
	Булахов	71	68	67	53
Угол отрыва, °	Гурин	57	57	52	73
	Булахов	62	66	55	72
Угол КС, (постановка), °	Гурин	153	164	150	171
	Булахов	149	160	141	170
Угол КС, (отрыв), °	Гурин	170	163	157	175
	Булахов	157	131	153	178
Угол КС, (вертикаль), °	Гурин	137	152	134	150
	Булахов	143	143	131	140
Угол ГС, (постановка), °	Гурин	121	121	96	114
	Булахов	110	114	108	120
Угол ГС, (отрыв), °	Гурин	136	125	122	117
	Булахов	125	130	118	133
Угол ГС, (вертикаль), °	Гурин	83	91	81	89
	Булахов	85	92	74	80
Угол оси Г-Т, (постановка), °	Гурин	11	4	4	-6
	Булахов	13	7	8	-7
Угол оси Г-Т, (отрыв), °	Гурин	6	1	2	1
	Булахов	4	0	-3	-6
Угол оси Г-Т, (вертикаль), °	Гурин	8	6	6	1
	Булахов	8	4	5	-4
Угол РБ, (постановка), °	Гурин	-18	-10	0	-47
	Булахов	5	5	5	-47
Угол РБ, (отрыв), °	Гурин	107	97	102	104
	Булахов	110	81	76	105
Угол РБ, (вертикаль), °	Гурин	28	36	22	29
	Булахов	42	31	25	31

Примечание: КС – коленный сустав; ГС – голеностопный сустав; Г-Т – ось голова – туловище; РБ – разведения бедер; (-) – маховая нога за опорной.

Завершение шага позволяет положительно оценить работу в тазобедренных суставах в опорный период, результатом которой является значительное разведение бедер в момент окончания отталкивания, составляющее в данном случае у обоих прыгунов около  $110^\circ$ . Следует заметить, что активность разгибания коленного сустава опорной ноги у спортсменов имеет определенные отличия. А. Гурин выполняет это двигательное действие с максимальной амплитудой, и конечная величина угла у него составляет  $170^\circ$ , в то время как В. Булахов не стремится выполнить это движение подобным образом. Можно предположить, что позиция продольных осей бедра и голени опорной ноги, образующая в данный момент угол в  $157^\circ$ , создает для него более выгодные условия для формирования горизонтального продвижения (рисунок 5.20).



А. Гурин



В. Булахов

**Рисунок 5.20. – Момент окончания отталкивания в третьем шаге**



А. Гурин



В. Булахов

**Рисунок 5.21. – Момент постановки ноги в предпоследнем шаге**



А. Гурин



В. Булахов

**Рисунок 5.22. – Момент окончания отталкивания  
в предпоследнем шаге**

Начало построения предпоследнего шага у прыгунов характеризуется вполне адекватным взаиморасположением двигательных звеньев, обеспечивающим обоим исполнителям постановку ноги на опору под углом  $71^\circ$  и  $68^\circ$  соответственно, наклон туловища в  $4^\circ$  и  $7^\circ$ , угол коленного сустава в  $164^\circ$  и  $160^\circ$  (рисунок 5.21).

Однако если в дальнейшем А. Гурин продолжает сохранять полноценную беговую конструкцию рассматриваемого шага, то В. Булахов, очевидно с целью усиления продольного перемещения, в фазе отталкивания формирует рабочие движения двигательных звеньев посредством неполного разгибания ноги в тазобедренном суставе, уступающей на всем протяжении опорного периода работы коленного сустава и усиления двигательной активности в голеностопном суставе (рисунок 5.22). В этом шаге размах движений в нем на  $4^\circ$  превышает аналогичный показатель А. Гурина. Таким образом, у него происходит своеобразное изменение акцентов в структуре движений опорного периода данного двигательного действия. Тыльное сгибание в голеностопном суставе в данном случае превращается в главное управляющее движение, а разгибание ноги в правом тазобедренном суставе и сгибание в левом должным образом корректируют целенаправленное силовое поле. Оценить практическую эффективность выстраиваемой спортсменом координации на основе только лишь пространственных показателей не представляется возможным. Необходима количественная информация о характере изменения скорости ОЦМТ прыгуна, а также некоторые другие показатели динамического состояния прыгуна. На основе же общих соображений можно предположить, что искусственная иммобилизация работы двух мощных суставов вряд ли должна положительным образом сказаться на эффективности

утилизации его двигательных возможностей. Очевидно, что все аспекты данной конструкции необходимо объективно рассмотреть и исследовать с научной и практической точки зрения.

Заключительное циклическое действие также характеризуется наличием определенных специфических черт, определяющих подготовку к отталкиванию обоими прыгунами. Ставя ногу с пятки, А. Гурин поддерживает практически вертикальное положение оси «голова-туловище», а В. Булахов, осуществляя первичный контакт с опорой передней частью стопы, вынужден компенсаторно наклонить туловище вперед (рисунок 5.23). При практически одинаковом взаиморасположении бедер в этот момент, голень маховой ноги у первого спортсмена максимально приближена к ягодице, а у второго, вследствие характера движений в предыдущем шаге, значительно опущена вниз. Следует, однако, заметить, что внешние показатели постановки и отрыва ноги от опоры у спортсменов в этом шаге практически одинаковые (таблица 5.7).



А. Гурин



В. Булахов

**Рисунок 5.23. – Момент постановки ноги в последнем шаге**

Биомеханические условия организации рационального отталкивания заставляют прыгунов в последнем шаге выполнить максимальное по величине сгибание в коленном суставе опорной ноги, угол которого соответственно составляет  $134^\circ$  и  $131^\circ$ . При этом продолжает сохраняться качественное отличие махового движения переносной ноги. В момент вертикали у А. Гурина ее голень параллельна поверхности дорожки, а у В. Булахова к этому времени стопа правой ноги уже опережает левую голень и продольная ось правой голени ориентирована по отношению к горизонту под углом  $45^\circ$  (рисунок 5.24).

К моменту завершения последнего шага, вследствие махового движения более прямой ногой, продольная ось «голова-туловище»

у В. Булахова переходит вертикальную границу и отклоняется назад на  $2^\circ$ , а А. Гурин сохраняет ее положительную ориентацию (рисунок 5.25). Подобный вариант маха отражается и на активности движений в тазобедренных суставах. Угол разведения бедер у первого спортсмена в момент отрыва опорной ноги от поверхности дорожки в последнем шаге составляет всего лишь  $76^\circ$ , в то время как соответствующий показатель А. Гурина равняется  $102^\circ$ . В целом же свособразие заключительных движений В. Булахова приводит к тому, что время опорного периода у него на 0,013 с больше, чем у его коллеги, а вот период полета им выполняется намного быстрее – 0,066 и 0,086 с соответственно.



А. Гурин



В. Булахов

**Рисунок 5.24. – Момент вертикали в последнем шаге**



А. Гурин



В. Булахов

**Рисунок 5.25. – Момент окончания отталкивания в последнем шаге**

Формирование пространственной конструкции отталкивания оба прыгуна проводят без серьезных отклонений от существующих модельных характеристик. Реальные угловые параметры постановки ноги на отталкивание –  $56^\circ$  и  $53^\circ$ . С момента постановки толчковой

ноги на опору и до момента ее отрыва спортсмены прекрасно удерживают ориентацию головы и туловища в необходимой позиции, причем В. Булахову, на наш взгляд, это удастся выполнить более качественно, поскольку в процессе всего двигательного действия он удерживает относительно вертикали отрицательный угол рассматриваемой продольной оси (рисунки 5.26–5.28). В дальнейшем это способствует созданию более устойчивого положения тела прыгуна в фазе полета.



А. Гурин



В. Булахов

**Рисунок 5.26. – Момент постановки ноги на отталкивание**



А. Гурин



В. Булахов

**Рисунок 5.27. – Момент вертикали в отталкивании**

Длительность фазы отталкивания составила у спортсменов 0,106 и 0,129 с соответственно. Момент отрыва ноги от опоры характеризуется следующим пространственным расположением двигательных звеньев: отклонение туловища назад от вертикали составляет  $1^\circ$  и  $-4^\circ$ , угол разведения бедер –  $104^\circ$  и  $105^\circ$ , коленного сустава толчковой ноги –  $175^\circ$  и  $178^\circ$ , голеностопного сустава –  $117^\circ$  и  $133^\circ$ , коленного сустава маховой ноги – около  $60^\circ$  при горизонтальном положении бедра относительно опоры (рисунок 5.28).

Подобная пространственная конструкция двигательной системы предопределила угол отталкивания спортсменов в  $73^\circ$  и  $72^\circ$ . В целом это соответствует минимальному уровню данного показателя, характерного для далеких прыжков ( $73\text{--}76^\circ$ ) [12].



А. Гурин



В. Булахов

**Рисунок 5.28. – Момент окончания отталкивания**

**Заключение.** Основное внимание в настоящем исследовании было уделено рассмотрению некоторых аспектов организации подготовки к отталкиванию и его реализации в серии прыжков на уровне 7,70–7,90 м. Качественный и количественный анализ временных, ритмо-темповых и пространственных показателей рассмотренных элементов техники прыжка в длину в исполнении молодых белорусских спортсменов в целом показал достаточно высокий уровень их соответствия современным требованиям этого легкоатлетического упражнения. Можно надеяться, что представленные в отчете реальные параметры различных двигательных действий будут способствовать дальнейшей совместной творческой работе тренеров и спортсменов по совершенствованию технической подготовленности основных исполнителей. Вместе с тем подобный анализ позволяет высказать ряд рекомендаций относительно характера построения и качества исполнения как отдельных двигательных действий, так и их элементов.

Анализ темповых и ритмических характеристик последних шагов разбега в исполнении А. Гурина и В. Булахова показывает значительное изменение их параметров в последнем шаге (таблица 5.6), что, возможно, несколько усложняет психофизический аспект исполнения заключительной части соревновательного упражнения. Далекие прыжки высококвалифицированных

спортсменов предоставляют несколько иную динамику темпа на этой стадии разбега: 5,00–3,84 и 5,26 ш/с (А. Меньков) и 5,41–4,74 и 5,36 ш/с (А. Мирончик).

На рисунке 5.20 обращает на себя внимание активное разгибание плеча правой руки у А. Гурина. Подобное движение может явиться причиной излишнего закрепощения мышц плечевого пояса и поворота туловища вправо. В этой же позиции В. Булахов высоко поднимает кисть левой руки, несколько изменяя тем самым рациональную траекторию ее движения.

Следует профессионально оценить сильные и слабые стороны варианта исполнения последних двух заключительных шагов В. Булаховым и определить пути повышения их эффективности.

- 
1. Легкоатлетические прыжки / А. П. Стрижак [и др.]. – Киев : Здоровье, 1989. – 169 с.
  2. Биомеханика прыжка в длину с разбега / В. Тюпа [и др.] // Легкая атлетика. – 2015. – № 5–6. – С. 20–23.
  3. Попов, В. Б. Прыжки / В. Б. Попов // Книга тренера по легкой атлетике / под ред. Л. С. Хоменкова. – 3-е изд. – М. : Физкультура и спорт, 1987. – С. 229–320.
  4. Бобровник, В. И. Легкоатлетические прыжки / В. И. Бобровник, Е. К. Козлова // Легкая атлетика : учеб. / С. Ю. Аврутин [и др.] ; под общ. ред. В. И. Бобровника, С. П. Совенко, А. В. Колота. – Киев : Логос, 2017. – С. 405–553.
  5. Сутула, В. А. Биомеханика прыжка в длину / В. А. Сутула, Ян Дзинь Цянь. – Х. : А. И. Шуст, 2002. – 118 с.
  6. Озолин, Э. Спринтерский бег / Э. Озолин. – М. : Человек, 2010. – 176 с.
  7. Бобровник, В. И. Совершенствование технического мастерства спортсменов высокой квалификации в легкоатлетических соревновательных прыжках / В. И. Бобровник. – Киев : Наук. світ, 2005. – 321 с.
  8. Биомеханические основы техники прыжка в длину / В. В. Тюпа [и др.]. – М. : ТВТ Дивизион, 2011. – 128 с.
  9. Оганджанов, А. Прыжок в длину. Александр Меньков – 8,56 / А. Оганджанов // Легкая атлетика. – 2013. – № 11–12. – С. 10–11.
  10. Золотой прыжок Александра Менькова. Биомеханический анализ / Е. Аракелян [и др.] // Легкая атлетика. – 2015. – № 7–8. – С. 9–12.

## ГЛАВА 6

### ТРОЙНОЙ ПРЫЖОК

#### 6.1 Ирина Васьковская, МСМК. Виолетта Скворцова, МСМК

Настоящий анализ представлен на основе рассмотрения системы движений соревновательных упражнений, в которых был достигнут результат, близкий к 14 м, то есть в должной степени отражающий особенности формирования двигательных действий с максимальной интенсивностью рабочих движений. Естественно, что подобный уровень исполнения избранного вида соревновательной деятельности позволяет выявить многие индивидуальные особенности построения как отдельных телодвижений и движений, так и более крупных технических блоков, а также некоторых структурных моментов их биомеханической организации. В настоящем исследовании, в силу ряда объективных причин внешнего характера, основное внимание было сконцентрировано на изучении временных характеристик последних двух шагов разбега и трех последовательных прыжковых элементов, составляющих содержание тройного прыжка с разбега.

Таблица 6.1. – Временные характеристики технических элементов тройного прыжка

Периоды	Предпоследний шаг		Последний шаг		Скачок		Шаг		Прыжок	
	О	П	О	П	О	П	О	П	О	П
<b>Васьковская</b>										
Время, с	0,120	0,120	0,120	0,092	0,144	0,532	0,168	0,428	0,196	0,608
Частота, ш/с	4,16		4,72		1,48		1,68		1,24	
К (к. б. а)	1,00		0,77		3,69		2,55		3,10	
Соотношение, %					32,56		28,71		38,73	
<b>Скворцова</b>										
Время, с	0,120	0,124	0,128	0,104	0,136	0,500	0,172	0,252	0,172	0,636
Частота, ш/с	4,10		4,31		1,57		2,35		1,24	
К (к. б. а)	1,03		0,81		3,68		1,46		3,68	
Соотношение, %					34,04		22,70		43,25	

*Примечание:* О – период опоры; П – период полета; К (к. б. а) – коэффициент беговой активности: время полета / время опоры; соотношение; % – отношение времени отдельного элемента к общему времени выполнения всех прыжков.

Повышение качества управления подготовкой спортсменов различной квалификации во многом базируется на информационных данных о показателях технической подготовленности определенной группы исполнителей. Однако не всегда эти характеристики, информативные для рассматриваемой квалификационной совокупности спортсменов, являются таковыми для отдельных представителей, входящих в эту группу. Особенно это характерно для спортсменов высокой квалификации, которые зачастую добиваются результатов за счет очень высокого уровня развития каких-то отдельных сторон подготовленности при относительно средних других показателях. С этих позиций данные таблицы 6.1 представляют возможность создать первичный биомеханический портрет белорусских прыгуньи с позиций выявленных объективных показателей, а затем, по мере накопления специализированной информации, более качественно проводить как внутри индивидуальным, так и сопоставительным с моделями анализ технических изменений различных структурных элементов их прыжков.

Рассматривая общую продолжительность времени реализации основных технических действий данного соревновательного упражнения можно отметить, что В. Скворцова затрачивает на их выполнение 1,868 с, а И. Васьковская – 2,076 с. Принимая во внимание, что максимальный результат всех технических действий у них принципиально не отличается, разница между ними составляет примерно 0,72 %, можно с большой долей вероятности охарактеризовать стиль первой прыгуньи как более скоростной. Анализ суммарного времени опорных и полетных периодов трех последовательных прыжков представляет дополнительную аргументацию этому утверждению. Значения обеих характеристик В. Скворцовой значительно ниже, чем у ее коллеги по виду состязаний. Так, суммарное время опорных периодов у нее меньше на 5,53 %, а аналогичный показатель безопорного положения – на 11,48 %. В первом случае это может свидетельствовать о несколько большей реактивности взаимодействия прыгуньи с поверхностью опоры, а во втором – это является косвенным показателем более высокой скорости движения ОЦМТ между моментами отрыва и постановкой ноги на опору.

Анализ величин индивидуальных опорных показателей последних двух шагов разбега свидетельствует о возможности значительного их изменения, аргументируя, естественно, этот

процесс наличием объективных предпосылок. В тройном прыжке с разбега, исходя из особенностей построения системы двигательных действий, потери скорости в подготовке к отталкиванию значительно меньше, чем в прыжке в длину [1]. Следовательно, представителю этого вида легкоатлетических прыжков в конце разбега необходимо выходить практически на максимум индивидуальной скорости бега, возможной для прыгуна. Так, например, косвенные данные о рекордном прыжке Д. Эдварса на 18,29 свидетельствуют о достижении им в этой попытке скорости разбега в 11,66 м/с, что аналогично показателям максимальной скорости элитных спринтеров, пробегающих стометровую дистанцию быстрее 10 с. Одним из объективных показателей высокоскоростного бега по дистанции является продолжительность опорного периода, составляющая в среднем 90–100 мс. В нашем же случае спортсменки на последних шагах разбега контактируют с опорой на протяжении 120 мс, что свидетельствует о возможности значительного повышения уровня абсолютной скорости бега перед отталкиванием. Например, у А. Мирончик этот же показатель составляет менее 110 мс.

Определенный резерв дальнейшего повышения результативности соревновательного упражнения заложен и в увеличении темповых показателей последних шагов разбега. Здесь также, на наш взгляд, возможно увеличение рассматриваемой характеристики предпоследнего шага на 0,2–0,3 ш/с, а для В. Скворцовой подобные изменения возможны и в последнем шаге.

С целью повышения качества управления технической подготовленностью прыгунов предлагается использовать суммарное время трех прыжков, динамика которого в течение определенного периода тренировки создаст возможность определить тенденцию построения траекторий движения ОЦМТ в основной части соревновательного упражнения.

## **6.2 Максим Нестеренко, МСМК**

В зимнем соревновательном сезоне 2021 года спортсмен продемонстрировал ряд удачных соревновательных попыток, лучшая из которых составила 16,98 м. Предметом настоящего анализа стал прыжок на 16,64 м.

По данным последних исследований [1], «отличительными чертами современной техники тройного прыжка является быстрый разбег (скорость на последних шагах разбега у лучших прыгунов

близка к 11,0 м/с, у лучших прыгуний – 9,5–10,0 м/с) с характерным набеганием на последнем 5-метровом участке (увеличение скорости 0,1–0,3 м/с относительно предпоследнего 5-метрового участка разбега)». Вход в скачок выполняется по низкой траектории без выраженной подготовки к отталкиванию, что позволяет избежать в нем значительных потерь горизонтальной скорости. Потери скорости здесь составляют у лучших прыгунов 0,3–0,5 м/с. В полетных фазах «скачка» и «шага», высота траекторий которых отличается незначительно, подготовка к отталкиванию начинается в полетной фазе: толчковая и маховая ноги активно движутся навстречу друг другу. Ранний, еще в полетной фазе, разгон маховой ноги создает ее высокую угловую скорость к моменту постановки ноги на опору, что одновременно способствует уменьшению вертикальных ударных усилий. В результате, несмотря на близкую к проекции ОЦМ постановку ноги (0,30–0,35 см), активное выполнение маха ногой в сочетании с работой рук и стопы позволяет «подхватить» прыгуна в заключительной части отталкивания. Близкая постановка опорной ноги к проекции ОЦМ и незначительная амортизация в коленном и тазобедренном суставах сокращают время опоры и снижают потери горизонтальной скорости. Поэтому сокращение времени опоры уменьшает падение горизонтальной скорости в отталкиваниях [2].

«Загребаяющая» постановка ноги в сочетании с высокой скоростью ее движения навстречу прыгуну уменьшает стопорящий эффект при встрече с землей, что приводит к уменьшению момента, опрокидывающего туловище прыгуна вперед. Как следствие, это позволяет раньше начать разгибание в суставах опорной ноги. Данное заключение согласуется с данными биомеханических исследований, проведенных А.А. Шалмановым [3], где отмечается, что лучшего результата в прыжках добиваются спортсмены, у которых активное торможение и последующее разгибание туловища осуществляются до завершения периода амортизации. Следствием такой организации движений является значительно меньшая амортизация в коленном и тазобедренном суставах опорной ноги. Данный способ выполнения отталкиваний позволяет развивать значительные динамические усилия при незначительном времени опоры во втором и третьем отталкиваниях тройного прыжка (0,12–0,15 с. С этих позиций и будет рассмотрена двигательная конструкция тройного прыжка М. Нестеренко.

К сожалению, в нашем распоряжении отсутствуют данные, отражающие длину отдельных элементов тройного прыжка,

соотношение которых во многом отражает его структуру и соответствие современным требованиям его построения. Однако и имеющиеся показатели позволяют вполне объективно оценить качество построения рассматриваемого соревновательного упражнения и наметить возможные пути его совершенствования.



**Рисунок 6.1. – Характер постановки ноги в третьем (а), втором (б) и последнем (в) шагах разбега**

Визуальная оценка характера первичного контакта спортсмена с опорой в заключительной части разбега, а здесь в третьем и втором шагах наблюдается постановка ноги на всю стопу, а в последнем шаге – даже с пятки (рисунок 6.1), свидетельствует о нерациональности этих действий, поскольку подобная организация в значительной мере снижает использование двигательных возможностей мышечно-сухожильного комплекса голеностопного сустава, лимитируя в нем уровень биопотенциальной энергии, формируемой посредством его растяжения. Количественно это аргументируется временем опорных периодов шести последних шагов разбега, которое примерно на 25–30 % превышает значения дистанционных показателей высококвалифицированных бегунов на короткие дистанции, составляющих 90–100 мс (таблица 6.2).

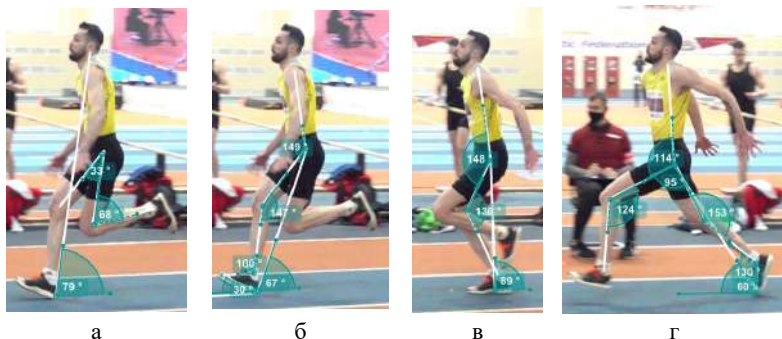
Таблица 6.2. – Временные и темповые характеристики последних шести шагов разбега М. Нестеренко в прыжке на 16,64 м

Характеристики		Время, мс	Частота шага, ш/с	КА
1-й шаг	Опора	124	3,47	1,32
	Полет	164		
2-й шаг	Опора	120	3,67	1,27
	Полет	152		
3-й шаг	Опора	120	3,73	1,23
	Полет	148		
4-й шаг	Опора	116	4,00	1,17
	Полет	136		

Окончание таблицы 6.2

Характеристики		Время, мс	Частота шага, ш/с	КА
5-й шаг	Опора	116	4,00	1,17
	Полет	136		
6-й шаг	Опора	128	4,39	0,78
	Полет	100		
Отталкивание		136		

Подобное построение опорных периодов отражается и на длительности полетных элементов, что в совокупности приводит к довольно низкому показателю частоты шагов в конце разбега (таблица 6.2), уровень которой не соответствует модельным показателям скорости бега выше 10 м/с. Искусственное же увеличение длины шага для достижения этой цели негативно отразится на качестве подготовки к отталкиванию и построению целостной двигательной структуры прыжка.



**Рисунок 6.2. – Пространственные характеристики опорного периода последнего шага:**

**а, б – момент постановки ноги на опору; в – момент вертикали;  
г – момент отрыва ноги от опоры**

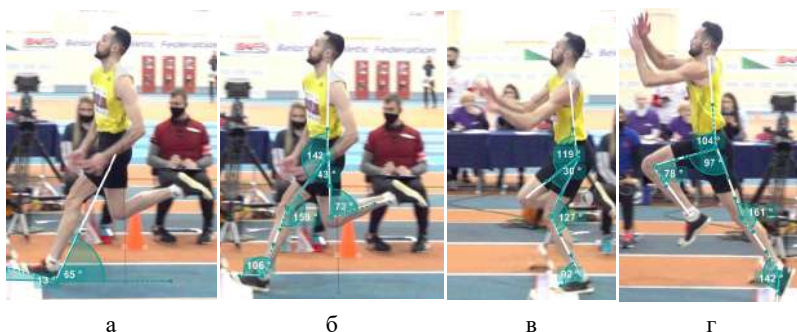
На рисунке 6.2 представлены конструктивные моменты организации опорного периода заключительного шага разбега, являющегося важнейшим связующим звеном двигательной структуры разбега и прыжка. Заметно, что первичный контакт при постановке ноги на опору возникает между пяткой спортсмена и поверхностью дорожки, при этом угол между подошвенной стороной стопы и плоскостью опоры составляет  $30^\circ$  (рисунок 6.2а и б). Его ликвидация с целью

формирования полноценного контакта прыгуна с опорой занимает порядка 0,016 с, в течение которых в фазе амортизации не производится никакой полезной работы для увеличения биопотенциальной энергии сухожильно-мышечного комплекса голеностопного сустава. Кроме этого, следует учитывать, что определенным образом усложняется динамика взаимодействия прыгуна с опорой, поскольку дополнительно возникает ударный пик нагрузки в момент образования полноценной связи между спортсменом и поверхностью дорожки. Все это увеличивает продолжительность опорного периода до 0,128 с.

Отталкивание начинается постановкой толчковой ноги на опору с пятки, только в этом случае угол между плоскостью планки и подошвенной поверхностью стопы несколько меньше и составляет порядка 13° (рисунок 6.3). Полноценный контакт ноги с поверхностью дорожки возникает спустя 0,012 с. Это, в свою очередь, способствует увеличению продолжительности опорного периода до 0,136 с, что значительно превышает аналогичный показатель элитных спортсменов (таблица 6.3). Следует заметить, что подобная структура отталкивания имеет место при вполне допустимом угле постановки ноги на опору, составляющем около 65°. Эти условия создают возможность для более эффективной конструкции начального взаимодействия спортсмена с опорой, позволяющей как усилить использование энергии упругой деформации основных рабочих мышц в этом движении, так и сократить время отталкивания. Можно предположить также, что характер первичного контакта определенным образом влияет и на построение фазы амортизации спортсмена в этом двигательном действии, в результате которого в момент вертикали он значительно «подседает» на опорной ноге, уменьшая угол коленного сустава на 33° по сравнению с его величиной в момент постановки. Выявленные отклонения начального формирования отталкивания приводят, в конечном итоге, к существенному увеличению как угла отталкивания, значение которого на 6–11° превышает параметры ведущих прыгунов, а также угла перемещения опорной ноги, отражающего длину пути ОЦМТ в этом движении, которая в современных прыжках имеет тенденцию к сокращению (таблица 6.3).

Из визуального восприятия движений, повышающих вертикальное перемещение спортсмена, можно отметить конечное положение кистей рук прыгуна, которые значительно превышают оптимальный уровень, соответствующих плечевых суставов (рисунок 6.3г). В этом плане следует и в целом остановиться на работе

рук спортсмена в момент выполнения отталкивания. Изменение перекрестной координации на одновременную, которое происходит на последних шагах разбега, хотя и используется отдельными элитными спортсменами, однако, как нам представляется, не способствует рационализации системы двигательных действий в этой части разбега. Во-первых, на его реализацию требуется дополнительное время, а во-вторых, в фазах амортизации и отталкивания одновременная работа рук усиливает вертикальные составляющие инерционных сил, что негативно отражается на формировании динамической структуры отталкивания.



**Рисунок 6.3. – Пространственные характеристики отталкивания:  
а, б – момент постановки ноги на опору; в – момент вертикали;  
г – момент отрыва ноги от опоры**

Таблица 6.3. – Соревновательная деятельность сильнейших прыгунов тройным мира [1]

№	Показатели	Спортсмены			
		Санеев	Марков	Эдвардс	Нестеренко
1	Фактическая длина тройного, м	17,54	17,96	17,91	16,64
2	Время опоры 1-е отт., с	0,133	0,110	0,120	0,136
3	Время опоры 2-е отт., с	0,150	0,140	0,140	0,156
4	Время опоры 3-е отт.,с	0,180	0,160	0,140	0,188
5	Общее время опорных фаз, с	0,463	0,410	0,400	0,480
6	Общее время полетных фаз, с	1,840	1,800	1,780	1,830

Окончание таблицы 6.3

№	Показатели	Спортсмены			
		Санеев	Марков	Эдвардс	Нестеренко
7	Угол постановки ноги на отт., град.	66	72	72	66
8	Угол между бедрами при пост.	50	58	38	43
9	Угол перем. опорной ноги в отт., град.	53	50	45	57
10	Угол отталкивания, град.	61	58	63	69

Таблица 6.4. – Временные и темповые характеристики прыжка М. Нестеренков прыжке на 16,64 м

Характеристики	Скачок		Шаг		Прыжок	
	Опора	Полет	Опора	Полет	Опора	Полет
Время, мс	136	560	156	512	188	760
Частота шага, ш/с	1,44		1,50		1,06	
КА	4,12		3,28		4,04	
Доля в %	30,10		28,90		41,00	

Согласно отношению «время-результат» в тройном прыжке, а в качестве временного показателя используется продолжительность всех трех прыжковых элементов, М. Нестеренко относится к «силовой» группе исполнителей этого легкоатлетического упражнения [4]. Общее время реализации опорных и полетных периодов прыжковой части у него составляет 2,31 с (таблицы 6.3, 6.4). Анализ изменения продолжительности контакта спортсмена с опорой в каждом из прыжков свидетельствует о том, что настоящее их соотношение не соответствует современной модели структурных отношений между различными элементами тройного прыжка. Сопоставление данных таблицы 6.3 показывает, что у прыгуна выработана устаревшая установка на распределение времени реализации базовых элементов тройного прыжка, схожая с техникой элитных прыгунов 70-х годов прошлого века. Хотя в процентном отношении временные добавки, особенно во втором шаге, у него вполне соответствуют высококвалифицированным исполнителям. Так, например, если у М. Нестеренко увеличение продолжительности опоры во втором

и третьем прыжках, по сравнению с первым отталкиванием, соответственно составляет 14,7 и 38,2 %, то у В. Санеева – 12,7 и 35,3 %, у Г. Маркова 27,3 и 50,9 %, а у Д. Эдварса только 16,0 и 16,0 %. Последние величины свидетельствуют о сохранении спортсменом качественного уровня двигательной активности на протяжении всего соревновательного упражнения.

**Заключение.** Ориентируясь на современные научно-методические установки, определяющие основные требования к технике тройного прыжка в район 18 м, можно сформулировать ряд практических рекомендаций, способствующих, на наш взгляд, совершенствованию как соревновательного упражнения в целом, так и отдельных движений и телодвижений спортсмена:

1. Повысить средний темп последних трех шагов с 4,13 до 4,40 ш/с, доведя частоту последнего шага до 4,7–4,9 ш/с.

2. Изменить способ постановки ноги на опору в последних шагах разбега.

3. Повысить угол постановки толчковой ноги в отталкивании до 70°.

4. Первое отталкивание выполнять с установкой на его «пробегание» [5].

5. Сократить время опорных периодов примерно на 15 %.

6. Уменьшить углы амортизации в суставах и угловое перемещение опорной ноги в отталкивания.

---

1. Оганджанов, А. Л. Управление подготовкой квалифицированных легкоатлетов-прыгунов / А. Л. Оганджанов. – М. : Физическая культура, 2005. – 200 с.

2. Креер, В. А. Тройной прыжок / В. А. Креер. – М. : Физкультура и спорт, 1980. – 151 с.

3. Шалманов, А. А. Основные механизмы взаимодействия с опорой в прыжковых упражнениях / А. А. Шалманов. – М. : ГЦОЛИФК, 1990. – 48 с.

4. Оганджанов, А. Л. Педагогические технологии индивидуализации подготовки квалифицированных прыгунов тройным / А. Л. Оганджанов, Н. Н. Чесноков // Современный взгляд на подготовку легкоатлетов : материалы междунар. конф. – М., 2006. – С. 157–177.

5. Креер, В. А. Легкоатлетические прыжки / В. А. Креер, В. Б. Попов. – М. : Физкультура и спорт, 1986. – 174 с.

## ГЛАВА 7

### ПРЫЖОК С ШЕСТОМ

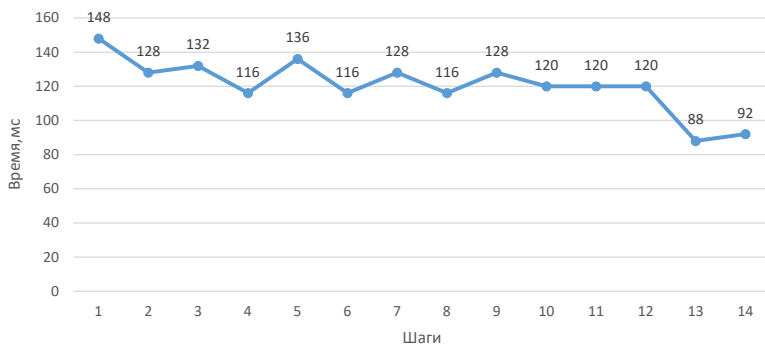
#### 7.1 Кристина Концевенко, МСМК

В течение прошлого сезона юная прыгунья с шестом неоднократно улучшала свои рекорды как для закрытых помещений, так и открытых стадионов. В своем лучшем прыжке ей удалось преодолеть планку на высоте 4 метра 50 сантиметров, что в значительной мере приблизило ее к элитной группе представительниц этого вида легкой атлетики.

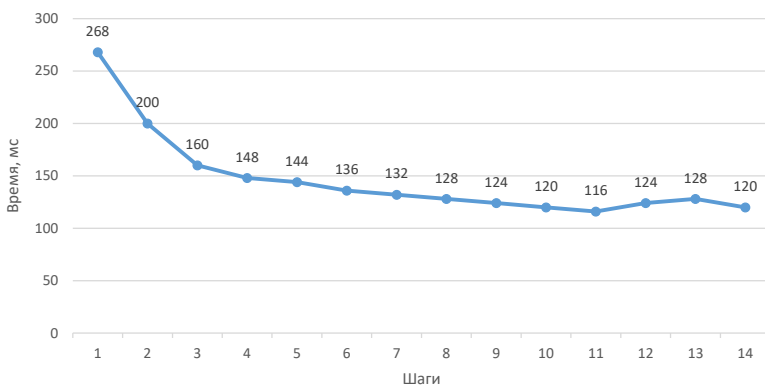
Предметом настоящего исследования явились особенности построения ритмо-темповой структуры разбега спортсменки, рассматриваемые на примере рекордного прыжка. Этот элемент ее соревновательного упражнения состоит из 14 беговых шагов. Очевидно, что для современного уровня специальной подготовленности спортсменки подобная длина разбега является оптимальной, а его дальнейшее увеличение до 16–18 беговых шагов – реальный резерв повышения общей результативности соревновательных прыжков.

Шест прыгунья держит с правой стороны, и это определенным образом отражается на формировании периодов полета при отталкивании правой и левой ногой (рисунок 7.1). Заметно, что на участке активного стартового разгона (1–5-й шаг) и более плавного достижения максимальной скорости (6–10-й шаг) величина этой характеристики левой ноги закономерно и в среднем на 12 % превышает соответствующий показатель правой ноги. Интересно, что у мирового рекордсмена А. Дуплантиса этот же показатель в середине разбега составляет порядка 17 %.

Следует заметить, что конструктивные особенности несения шеста не отражаются на построении опорных взаимодействий спортсменки. На протяжении всего разбега, по мере увеличения скорости перемещения прыгуньи, отмечается планомерное уменьшение времени опорных периодов с 268 мс в первом шаге до 116 мс в одиннадцатом (рисунок 7.2). На наш взгляд, особенно важна последняя величина, свидетельствующая о способности прыгуньи быстро и эффективно взаимодействовать с опорой, то есть о наличии у нее достаточно высокого скоростного потенциала. В конечном итоге, это один из важнейших факторов, определяющий будущую высоту прыжков.



**Рисунок 7.1. – Динамика периодов полета беговых шагов К. Концевенко**



**Рисунок 7.2. – Динамика периодов опоры беговых шагов К. Концевенко**

Ранее отмеченную ритмовую картину соотношения полетных периодов мы, естественно, наблюдаем и в динамике изменения частоты шагов (таблица 7.1). Позитивным явлением в этом процессе следует считать оптимальные количественные добавки этого показателя с первого по двенадцатый шаг. Это косвенно свидетельствует об умении прыгуньи сбалансированно увеличивать степень силовых проявлений основных двигательных механизмов, ответственных за горизонтальное перемещение спортсменки и снаряда, и тем самым минимизировать возмущающие воздействия шеста в процессе выполнения всех этапов разбега. В построении телодвижений и внешней формы двигательных действий это отражается посредством:

- сохранения качественной динамической осанки туловища на протяжении всех частей разбега;
- эффективной работой мышц рук и плечевого пояса, осуществляющих компенсаторные движения, минимизирующие инерционные воздействия шеста на спортсменку;
- умелого управления снарядом в зависимости от содержания частной двигательной задачи;
- постановки опорной ноги к проекции ОЦМТ на поверхность дорожки.

Таблица 7.1. – Временные и темпо-ритмовые показатели разбега К. Концевенко в прыжке с шестом на высоте 4,50 м

		Время периодов, мс	Частота, ш/с	КБА
Левая нога, 1-й шаг	О	269	2,40	0,55
	П	148		
Правая нога, 2-й шаг	О	200	3,05	0,64
	П	128		
Левая нога, 3-й шаг	О	160	3,42	0,83
	П	132		
Правая нога, 4-й шаг	О	148	3,79	0,78
	П	116		
Левая нога, 5-й шаг	О	144	3,57	0,94
	П	136		
Правая нога, 6-й шаг	О	136	3,97	0,85
	П	116		
Левая нога, 7-й шаг	О	132	3,84	0,97
	П	128		
Правая нога, 8-й шаг	О	128	4,10	0,91
	П	116		
Левая нога, 9-й шаг	О	124	4,16	1,03
	П	128		
Правая нога, 10-й шаг	О	120	4,17	1,00
	П	120		
Левая нога, 11-й шаг	О	116	4,24	1,03
	П	120		

Окончание таблицы 7.1

		Время периодов, мс	Частота, ш/с	КБА
Правая нога, 12-й шаг	О	124	4,10	0,98
	П	120		
Левая нога, 13-й шаг	О	128	4,63	0,69
	П	88		
Правая нога, 14-й шаг	О	120	4,62	0,77
	П	92		
Левая нога, отталкивание		120		

Целостная схема построения ритмо-темповой структуры разбега К. Концевенко в прыжке с шестом соответствует базовым модельным требованиям организации этого элемента соревновательного упражнения.

Развитие специфического психофизического потенциала спортсменки, а без него невозможно дальнейшее совершенствование технического мастерства прыгуньи, должно быть направлено в этом аспекте на повышение активности опорных взаимодействий и сокращение на этой основе периодов опоры заключительной части разбега до 105–110 мс. Это вполне реальные показатели, характеризующие соревновательную деятельность ведущих представительниц этого вида легкой атлетики.

Современные лидеры этого вида легкоатлетических прыжков первичный контакт толчковой ноги с опорой в отталкивания организуют посредством постановки передней части стопы. Это повышает его эффективность, поскольку стратегически в большей мере отвечает содержанию двигательной задачи этого элемента. Косвенно это отражается на значительном увеличении показателя частоты последнего шага, величина которой, например, у А. Дуплантиса превышает 6,0 ш/с.

Следует также иметь в виду, что оправданное увеличение длины разбега позволит создать дополнительные возможности для повышения эффективности разбега спортсменки.

Предметом последующего исследования явились особенности построения двигательных действий и ритмо-темповой структуры опорной части специализированного двигательного действия спортсменки, рассматриваемые на примере рекордного прыжка. Эта часть соревновательного упражнения, к сожалению, не имеет

четких критериев в виде мгновенных поз спортсмена, делящих всю совокупность опорного периода на отдельные движения, реализующие частные двигательные задачи. В связи с этим за основу выделения объективных структурных фаз опорной части прыжка с шестом принята классификация, предложенная в работе В.И. Никонова с соавторами (рисунок 7.3) [1].

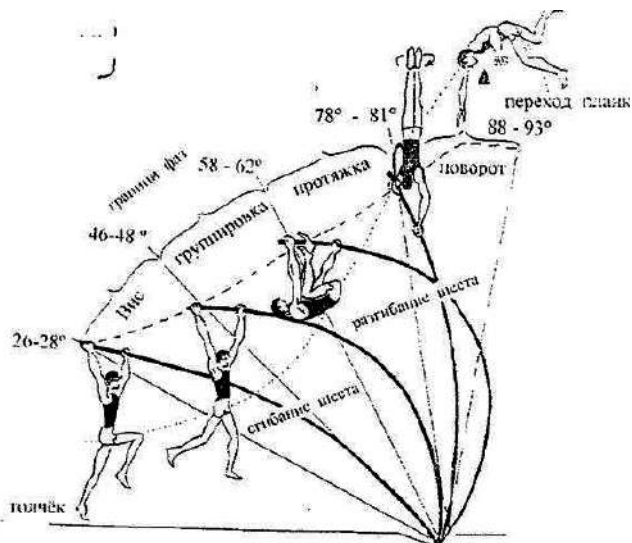


Рисунок 7.3. – Структура опорно-полетной части прыжка с шестом

В соответствии с вышеуказанным подходом период сгибания шеста состоит из фазы виса, которая начинается с момента отрыва прыгуна от опоры и заканчивается достижением наибольшей величины угла в тазобедренном суставе между туловищем и маховой ногой, а также фазы группировки, начинающейся с момента первоначального изменения угла в тазобедренном суставе в сторону уменьшения и заканчивающейся достижением наименьшего угла в тазобедренном суставе. Период разгибания шеста также состоит из двух фаз: протяжки – начинающейся с момента увеличения угла в тазобедренном суставе, и заканчивающейся выпрямлением нижней по хвату руки и расположением выпрямленного туловища над концом разгибающегося шеста в положении спиной к планке; поворота – начинающейся с момента выпрямления нижней по хвату руки и заканчивающейся отрывом верхней по хвату руки от шеста [1].

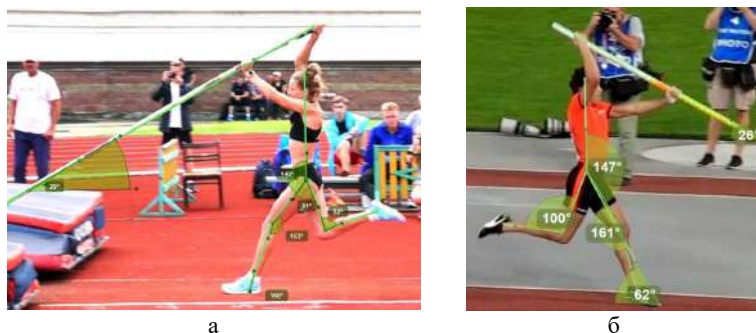
Как видно из формулы описания опорной части прыжка, наибольшие трудности вызывает определение граничных позиций тазобедренных суставов, что часто приводит к некоторым погрешностям установления временной протяженности первых трех фаз.

С целью аналитической маркировки отдельных элементов соревновательного упражнения К. Концевенко была использована модель построения аналогичных двигательных действий мирового рекордсмена в этом виде легкой атлетики – А. Дуплантиса. Следует заметить, что в данном случае сравнение формального способа выполнения отдельных движений и телодвижений спортсменов не преследовало прямую цель считать все выявленные различия техническими ошибками нашей прыгуньи и нацеливать ее в дальнейшем на механическое копирование системы соревновательного упражнения рекордсмена. Ближайшая цель подобного анализа состояла, скорее, в определении резервных возможностей процесса совершенствования отдельных двигательных конструкций спортсменки на базе биомеханических закономерностей их построения и на основе индивидуального психофизического потенциала.

На рисунках 7.4–7.6 представлен момент организации начального контакта прыгуньи в отталкивании. Нога на опору ставится на всю подошвенную часть стопы под углом  $56^\circ$  (рисунок 7.5а). Общее время взаимодействия с поверхностью дорожки составляет 0,124 с, из которых 0,068 с приходится на фазу амортизации, а 0,056 с – на фазу отталкивания. Мировой рекордсмен это же движение начинает постановкой стопы на ее переднюю часть, то есть аналогично построению контакта в быстром беге (рисунок 7.5б). В результате опорный период отталкивания сокращается до 0,102 с, а его фазовая структура характеризуется продолжительностью амортизации в 0,056 с, а отталкивания – 0,046 с. Какими преимуществами обладает подобный способ построения отталкивания, и стоит ли стремиться к его освоению? Несомненно, что главным достоинством подобной конструкции является двигательная установки ее реализации – вбегать в шест, а не толкаться, поскольку основная задача этой фазы прыжка состоит в качественном использовании кинетической энергии, набранной спортсменом в разбеге, для полноценной деформации спортивного снаряда. И беговой способ организации отталкивания создает для этого выгодные биомеханические предпосылки в виде: меньшей потери скорости разбега в этой фазе соревновательного упражнения, а также большей величины горизонтального вектора

скорости после ее окончания. Несомненно, что для качественного освоения подобного стиля отталкивания необходима серьезная работа по формированию, прежде всего, содержания двигательной задачи, а также соответствующего уровня моторного обеспечения рабочей биомеханической цепи.

Сопоставление пространственного расположения основных двигательных звеньев спортсменов в данный момент позволяет высоко оценить формальную конструкцию прыгуньи для реализации важнейшего элемента техники прыжка с шестом. Это аргументируется практически полным совпадением количественных показателей, характеризующих взаиморасположение отдельных частей тела обоих спортсменов (рисунок 7.4а и 7.4б, рисунок 7.6а и 7.6б).



**Рисунок 7.4. – Момент постановки ноги на отталкивание:  
а) К. Концевенко; б) А. Дуплантис**



**Рисунок 7.5. – Положение стопы относительно опоры  
в момент постановки:  
а) К. Концевенко; б) А. Дуплантис**



а



б

**Рисунок 7.6. – Положение точки верхнего хвата относительно места отталкивания:**

**а) К. Концевенко; б) А. Дуплантис**

Даже визуальное восприятие пространственной конфигурации двигательных звеньев спортсменов, представленное на рисунке 7.7, позволяет заметить определенное различие в направлении движения ОЦМТ прыгунов. Так, если поза К. Концевенко в полной мере отвечает формальным требованиям отталкивания, то соответствующее положение А. Дуплантиса, по направлению перемещения спортсмена, больше похоже на продолжение предыдущих беговых шагов. Подобное зрительное восприятие формируется только за счет более значительного угла в тазобедренном суставе маховой ноги, который у рекордсмена на целых  $20^\circ$  превышает соответствующий показатель нашей прыгуньи. В биомеханическом аспекте это несколько повышает инерционность тела спортсмена относительно места хвата шеста и способствует его более качественной деформации. С этих позиций нашей прыгунье возможно рассмотреть изменение амплитуды движения бедра маховой ноги в отталкивании с максимально активного до оптимального, в большей мере определяющего рациональную загрузку шеста. Здесь еще раз следует подчеркнуть, что основная задача отталкивания в данном виде легкой атлетики состоит в максимальном использовании кинетической энергии разбега для создания должны рабочих напряжений спортивного снаряда, способствующих в дальнейшем эффективному подъему тела спортсмена. Следовательно, классический вылет прыгуна «в шаг», формирующий большой угол вылета в этой позиции, не в полной мере отражает содержательный аспект рассматриваемого действия.



а



б

**Рисунок 7.7. – Момент окончания отталкивания:  
а) К. Концевенко; б) А. Дуплантис**



а



б



в



г



д



е



ж



з

**Рисунок 7.8. – Позиции спортсменов в процессе выполнения вися:**

**а, б – спустя 0,033 и 0,04 с от момента отрыва  
от опоры (Концевенко, Дуплантис);**

**в, г – спустя 0,066 и 0,08 с (Концевенко, Дуплантис);**

**д, е. – спустя 0,099 и 0,12 с (Концевенко, Дуплантис);**

**ж, з – спустя 0,132 и 0,16 с (Концевенко, Дуплантис)**

Построение вися на шесте в должной мере отражает формирование конструкции предыдущих специализированных двигательных действий (рисунок 7.8). К. Концевенко выполнила отталкивание от опоры, лишь незначительно, со  $126^{\circ}$  до  $131^{\circ}$ , увеличивает угол тазобедренного сустава маховой ноги. Это свидетельствует о том, что инерционные свойства тела спортсменки относительно места хвата остаются практически неизменными. Кроме этого, следует отметить, что подобная фиксация пространственного положения двигательных звеньев тела свидетельствует о преимущественно статическом режиме мышечной работы в этой фазе двигательного действия.

Следовательно, можно предположить, что построение последующих движений будет в большей мере связано с силовым компонентом формирования двигательной структуры. А. Дуплантис и в этой фазе опорного периода стремится увеличить механическое воздействие на степень сгибания шеста посредством увеличения момента инерции своего тела ( $J=mr^2$ ). С этой целью бедро маховой ноги опускается вниз и удерживается в этом положении около 0,160 с, создавая тем самым дополнительное воздействие на шест. Для сравнения, продолжительность подобного виса у нашей спортсменки составляет всего лишь 0,099 с, так как с момента, отраженного на рисунке 7.8ж, она последовательно начинает уменьшать угол в тазобедренном суставе маховой ноги, то есть приступает к реализации фазы группировки. Следует отметить, что вариант формирования системы двигательных действий виса рекордсменом мира, кроме механической выгоды, обладает и некоторыми существенными биомеханическими преимуществами, связанными с режимом работы специфических мышечных групп, участвующих в этом процессе. Так, если К. Концевенко, как было отмечено ранее, практически фиксирует позу, созданную в момент отталкивания, то А. Дуплантис в этот период, за счет активного опускания бедра маховой ноги, создает дополнительное натяжение мышц передней поверхности туловища, которое впоследствии в значительной степени оптимизирует построение движений в фазе группировки.

Закончив группировку, спортсменка принимает положение, представленное на рисунке 7.9а. В целом оно характеризуется значительным сгибанием ног в тазобедренных и коленных суставах, что позволяет прыгунье удерживать ОЦМТ практически на хорде шеста. Вариантом дальнейшего совершенствования этого положения может быть поза на рисунке 7.9б, которую принимает рекордсмен мира после выполнения всех предшествующих этому моменту действий. Преимущество данной конструкции состоит в том, что в процессе последующего разгибания шеста создаются оптимальные условия для разгибания туловища вверх и удержания его продольной оси параллельно оси шеста.

В процессе выполнения протяжки спортсменке не удается в полной мере удержать все звенья тела вблизи оси шеста, что приводит к разведению ног во фронтальной плоскости и значительному сгибанию левой ноги в коленном суставе (рисунок 7.10а). Подобные действия определенным образом нарушают равновесное положение

прыгуна на шесте, поскольку способствуют перемещению ОЦМТ прыгуньи в направлении планки, уменьшая, таким образом, использование вертикальной составляющей силы разгибающегося шеста на тело спортсмена.



а



б

**Рисунок 7.9. – Момент окончания фазы группировки:  
а) К. Концевенко; б) А. Дуплантис**



а



б

**Рисунок 7.10. – Момент выполнения протяжки:  
а) К. Концевенко; б) А. Дуплантис**

Однако уже в процессе выполнения поворота спортсменке удается сформировать достаточно оптимальную позицию двигательных звеньев обеих ног, которая за счет выстраивания центра масс различных звеньев на одной продольной оси позволяет с большей эффективностью использовать как силу разгибающегося шеста, так и собственные рабочие усилия мышц плечевого пояса и рук (рисунок 7.11а). Некоторые погрешности этого положения, в виде

согнутой в коленном суставе правой ноги, достаточно легко могут быть исправлены в ходе специализированной технической подготовки.



а



б

**Рисунок 7.11. – Момент выполнения поворота:  
а) К. Концевенко; б) А. Дуплантис**



а



б

**Рисунок 7.12. – Момент окончания опорного периода:  
а) К. Концевенко; б) А. Дуплантис**

Оценивая качество заключительной фазы поворота, следует обратить внимание на одну существенную деталь, которая в определенной мере характеризует эффективность предыдущих действий спортсменов на разгибающемся шесте. В момент полного выпрямления верхней по хвату руки у К. Концевенко ее туловище занимает практически горизонтальное положение над планкой (угол составляет  $3^\circ$ ), в то время как продольная ось этой части тела у рекордсмена мира по отношению к горизонту занимает положение в  $59^\circ$ . Следовательно, в первом случае разгибание правой руки спортсменки в меньшей степени способствует подъему ОЦМТ над

уровнем планки, ограничиваясь локальным воздействием на движение плеч и головы, в то время как работа правой руки А. Дуплантиса вносит значительный вклад в создание вертикальной составляющей скорости движения его тела в данной фазе (рисунок 7.12а и б).

**Заключение.** Качественный анализ построения основных элементов техники опорного периода прыгуни с шестом К. Концевенко показал, что в целом системно-структурные свойства ее отдельных двигательных действий вполне отвечают современным требованиям формирования этой части соревновательного упражнения. Главное, что присуще движениям и телодвижениям спортсменки во время реализации этой фазы прыжка – стремление в максимальной степени использовать механические свойства шеста для подъема ОЦМТ по отношению к месту хвата верхней рукой. С этих же позиций можно сделать ряд методических рекомендаций, которые, по нашему мнению, направлены на повышение эффективности действий спортсменки на шесте.

С целью увеличения момента инерции тела спортсменки в фазе виса не следует стремиться к выраженному формированию положения «вылета в шаг», аналогичному в прыжках в длину. Опыт показывает, что больший угол в тазобедренном суставе маховой ноги в этот период способствует более эффективному использованию кинетической энергии разбега для рабочей деформации спортивного снаряда. В связи с этим возможно переформатировать функцию этого суставного движения с элемента динамической осанки, каковым она сейчас является в следствии сохранения рабочего угла на протяжении всего периода виса, на управляющее движение, что свойственно технике А. Дуплантиса.

Далее, определенный резерв повышения использования энергии согнутого шеста состоит в уменьшении инерционности тела спортсмена в момент окончания группировки, где у прыгуни есть определенные возможности для формирования более собранной позы к окончанию этой фазы движения. Качественное выполнение этого требования будет способствовать рациональному формированию фазы протяжки, где основным условием ее эффективного выполнения являются действия спортсмена относительно хорды разгибающегося шеста.

---

1. Никонов, В. И. Структура опорно-полетной части прыжка с шестом / В. И. Никонов, Н. Н. Чесноков, И. И. Никонов // Наука – легкой атлетике : науч. тр. кафедры легкой атлетики института физической культуры и дзюдо Адыгейского гос. ун-та / под ред. проф. А. М. Доронина и О. Б. Немцева. – Майкоп : АГУ, 2009. – С. 159–167.

## ГЛАВА 8

### ТОЛКАНИЕ ЯДРА

#### 8.1 Алена Дубицкая, МСМК

Вариант толкания ядра, используемый спортсменкой, по способу сообщения скорости снаряду в предварительном разгоне относится к прямолинейному двигательному действию, в котором используется линейный мах. Для его качественной реализации в классическом исполнении выработаны два подготовительных действия – замах и группировка. На рисунке 8.1 показаны исходные положения толкательницы ядра перед началом выполнения соревновательного упражнения и окончания замаха.

Придерживаясь точки зрения о том, что функция предварительного разгона в толкании ядра в максимальной степени ориентирована на качественное построение финального разгона и напрямую не направлена на увеличение начальной скорости вылета снаряда, действия спортсменки в этой фазе следует признать вполне удовлетворительными [1]. Их реализация проходит на оптимальной скорости, позволяющей в конечных точках амплитуды отдельных движений сохранять устойчивое положение, обеспечивающее целесообразное построение последующего двигательного действия.

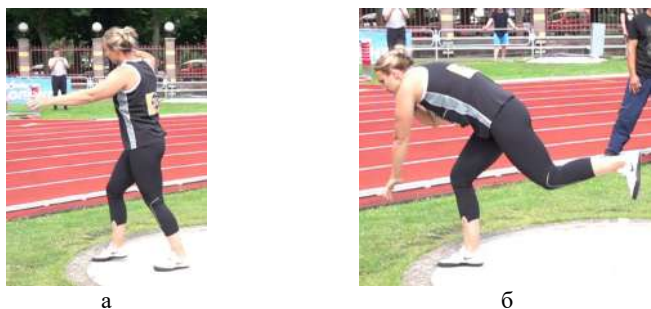


Рисунок 8.1. – Исходное положение – а, окончание замаха – б

Формирование конечной позы группировки спортсменка начинает с наклона туловища вперед (рисунок 8.1б и 8.2а), а затем подключается к этому движению сгибание в коленном суставе опорной ноги. С этого же момента колено маховой ноги начинает контролируемо двигаться по направлению к голени опорной ноги,

занимая в граничной точке своего движения положение, аналогичное правому коленному суставу. Подобное комплексное построение исходного момента для фазы непосредственного предварительного разгона характеризуется динамичной работой всех специфических двигательных звеньев, обеспечивающей качественное натяжение тех мышечных групп, которые отвечают за реализацию последующего линейного маха свободной ногой и отталкивания правой конечностью.



а



б

**Рисунок 8.2. – Момент группировки:  
а) А. Дубицкая, б) Н. Михневич**

Таким образом, в целом стартовое положение А. Дубицкой характеризуется вполне целесообразным расположением всех биомеханических звеньев для решения последующей двигательной задачи. Вместе с тем анализ конечной позы спортсменки позволяет рассмотреть ряд возможностей для совершенствования условий, повышающих качество как последующего стартового, так и финального разгона. Естественно, что подобные рекомендации не носят строго предписывающий характер, поскольку не могут учитывать весь многолетний опыт подготовки спортсменки, однако большинство из них базируются на объективных закономерностях построения двигательных действий в метаниях и при соответствующих условиях могут быть реализованы на практике.

Перед началом подготовительных действий спортсменка демонстрирует рациональное, высокое положение локтя руки, удерживающей снаряд (рисунок 8.1а). Однако в процессе замаха он значительно опускается вниз, и тем самым снижается натяжение мышц правой стороны груди, голова вынужденно запрокидывается назад, вызывая перераспределение мышечного тонуса передней и задней поверхности туловища. В дальнейшем в финальном разгоне

это приводит к раннему отрыву снаряда от шеи, повороту головы в сторону метания и как следствие – укорочению активного пути разгона ядра.

Высокое положение коленного сустава маховой ноги вызывает локальные, хотя и небольшие, избыточные напряжения специфических групп мышц. Они не позволяют в полной мере загрузить переднюю часть стопы, вывести снаряд далеко за пределы круга и создают чрезмерное натяжение в мышечной цепи: спина – таз – бедро. В качестве примера более рационального расположения спортсменки перед началом выполнения скачка можно привести позу Н. Михневич (рисунок 8.26) в толчке за 20 м. Более низкое положение левого колена относительно правого создает оптимальные условия для эффективного выполнения маха свободной ногой при должном расположении голени этой конечности.



а



б

**Рисунок 8.3. – Момент окончания линейного маха:  
а) А. Дубицкая; б) Н. Михневич**

На рисунке 8.3а представлено конечное положение А. Дубицкой после выполнения активных действий стартового разгона. Этот же момент демонстрирует и одна из сильнейших в прошлом толкательниц ядра Республики Беларусь Н. Михневич. Фазовая структура предварительного разгона А. Дубицкой характеризуется качественной координацией взаимодействия основных двигательных звеньев, конструирующей рассматриваемый элемент техники толкания ядра. С позиции теории построения двигательных действий на основе организации элементов динамической осанки и управляющих движений, спортсменка рационально выстраивает системное взаимодействие этих компонентов. Активный разгон системы «метатель-снаряд» начинается с разгибания маховой ноги в направлении к сегменту. При этом следует отметить, что исходное

положение опорной ноги сохраняется достаточно продолжительное время. Соотношение времени работы маховой и толчковой ног составляет 0,248 к 0,100 с, при этом, и это очень хорошо заметно на рисунке 8.4, спортсменка должным образом сохраняет динамическую осанку туловища относительно бедра опорной ноги. Резервом, повышающим моторный потенциал будущих движений, можно считать только оптимизацию пространственной ориентации левой руки относительно туловища. В рассматриваемом элементе А. Дубицкая излишне прижимает ее к туловищу, создавая тем самым очаг повышенного мышечного напряжения, несвоевременно активизирующий эту область двигательного аппарата спортсменки. Поза же Н. Михневич в этот момент биомеханически более выгодна, поскольку создает предпосылки для качественного взаимодействия мышц тазовой области и туловища (рисунок 8.3б).



**Рисунок 8.4. – Момент начала разгибания опорной ноги**

Момент постановки правой ноги на опору, означающий начало финального разгона снаряда, представлен на рисунке 8.5а. Анализируя данное положение спортсменки можно с уверенностью отметить, что основные базовые требования к данной двигательной конструкции выполнены ею практически полностью. Толкательница ядра занимает устойчивое положение на оптимально согнутой в коленном суставе правой ноге, сохранив при этом должное пространственное расположение между правым бедром и туловищем. В целом это обеспечивает значительное отставание проекции снаряда на плоскость круга от места постановки опорной ноги, что является одним из критериев технической подготовленности для рассматриваемой двигательной позы. Нечто подобное мы наблюдаем и в характере движений Н. Михневич.

Однако технические отклонения, отмеченные ранее, органически переходят и на следующие стадии соревновательного

упражнения. Подбородок А. Дубицкой здесь излишне поднят вверх, что вызвано чрезмерным наклоном головы назад. При этом наблюдается определенный подъем левого плеча относительно правого. В совокупности эти детали свидетельствуют о повышенной активизации области плечевого пояса и руки для их раннего включения в двигательную активность.



а



б

**Рисунок 8.5. – Момент постановки правой ноги на опору:  
а) А. Дубицкая; б) Н. Михневич**

Активный двухопорный финальный разгон А. Дубицкая начинает в достаточно целесообразной биомеханической позе. Расположение звеньев левой стороны тела создает предпосылки для качественного построения механизма последовательного разгона и торможения двигательных звеньев снизу-вверх, вес тела в большей мере располагается на правой ноге, качественное пространственное расположение стоп спортсменки, ядро проецируется на площадь правой стопы, левая рука способствует формированию активного упора в левую ось. Однако в целом, по сравнению с положением Н. Михневич в аналогичный момент, поза более открытая, снижающая возможности использования мощных мышц таза и туловища (рисунок 8.6). Нечто подобное мы наблюдаем в рекордном толчке А. Михневича на 22,09 м (рисунок 8.7). Следовательно, рассматриваемое положение двигательной системы спортсменки не является принципиальной ошибкой, поскольку позволяет добиваться результатов международного уровня. С позиции реализации скоростно-силового потенциала толкателя ядра данная поза более ориентирована на использование его скоростного компонента. Формально, явно выраженным отклонением от рациональной модели толкания ядра у А. Дубицкой является значительное опускание

ядра от места его рабочего контакта и образование таким образом, открытой биомеханической цепи, снижающей возможности передачи рабочего усилия на снаряд. Качественное исполнение данного элемента демонстрирует А. Михневич в своем рекордном толчке (рисунок 8.7).



а



б

**Рисунок 8.6. – Момент постановки левой ноги на опору:  
а) А. Дубицкая; б) Н. Михневич**



**Рисунок 8.7. – Момент постановки левой ноги на опору А. Михневича**

На рисунке 8.8а заметно, что спортсменка не смогла в полной мере реализовать формальные предпосылки организации левой оси, начало процесса передачи количества движения с нижних звеньев на верхние было несколько нарушено. Значительное сгибание левой ноги по сравнению с исходным положением, а также активное продвижение плечевого пояса вперед вывели проекцию снаряда на уровень правого коленного сустава и тем самым сократили активный путь воздействия спортсменки на снаряд. В этот момент

Н. Михневич демонстрирует качественно иное расположение двигательных звеньев, позволяющее создать мощное натяжение всех рабочих мышечных групп при рациональном положении снаряда (рисунок 8.8б). А. Михневич в данный момент также располагает снаряд над правым коленным суставом, однако это происходит при рациональной организации левой оси туловища (рисунок 8.9), что позволяет в определенной мере увеличить угол вылета снаряда.



а



б

**Рисунок 8.8. – Момент двухопорного финального разгона:**  
а) А. Дубицкая; б) Н. Михневич



**Рисунок 8.9. – Момент двухопорного финального разгона А. Михневича**

Судя по кадрам на рисунке 8.10а, на заключительном участке разгона снаряда спортсменке удалось в необходимой мере организовать полноценное торможение двигательных звеньев и ее конечная поза свидетельствует об этом. Внешне наблюдается хороший упор в левую ногу, вертикальное положение туловища без излишнего наклона влево, активная работа правой руки.



а



б

**Рисунок 8.10. – Момент выпуска снаряда:  
а) А. Дубицкая; б) Н. Михневич**

Анализ ритмо-темповой структуры исполнения соревновательного упражнения А. Дубицкой показывает ее примерную тождественность моделям элитных толкателей ядра. Первая одноопорная фаза продолжается у нее около 0,35 с, первый безопорный период – 0,16 с, второй одноопорный период – 0,15 с, двойная опора – 0,23 с, из которых примерно 0,04 с воздействие на снаряд продолжается в безопорном положении. Для сравнения, параметры аналогичных характеристик у Н. Астапчук составляют 0,26–0,14–0,10 и 0,21 с.

## **8.2 Алексей Ничипор, МСМК**

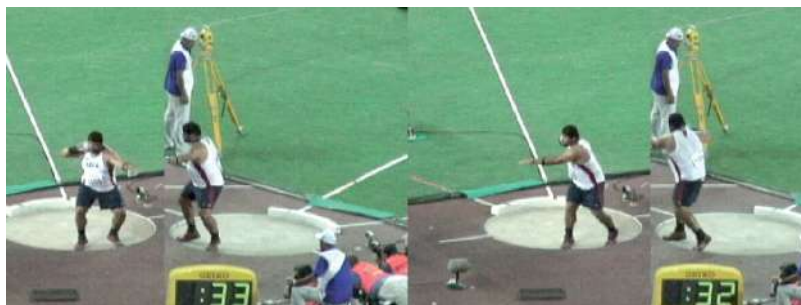
В течение последних двух лет спортсмен уверенно прогрессирует в росте своих спортивных достижений и в настоящее время имеет несколько соревновательных толчков за двадцатиметровую отметку. Одним из основных факторов успешного роста его спортивного мастерства является современная система двигательных действий соревновательного упражнения. Рассмотрим некоторые качественные и количественные особенности построения толкателем ядра предварительного и финального разгона в процессе реализации соревновательного упражнения.

На рисунке 8.11 представлено промежуточное положение толкателя ядра в период выполнения замаха. Своеобразие расположения спортсмена в данный момент характеризуется постановкой левой ноги на линию, делящей круг на две равные половины. Подобная позиция стоп позволяет максимально

эффективно использовать площадь соревновательного пространства для разгона снаряда. Предварительный разгон системы «метатель-снаряд» спортсмен выполняет в низкой посадке, на сильно согнутых в тазобедренных, коленных и голеностопных суставах ног. В перспективе, при соответствующем моторном обеспечении специализированной системы движений, это позволит дополнительно увеличить путь воздействия силы на снаряд и положительно скажется на росте спортивного результата. В настоящий момент это несколько усложняет, что вполне естественно, исполнение последующих элементов поворота.



**Рисунок 8.11. – Исходное положение перед началом замаха**



**Рисунок 8.12. – Начало замаха в исполнении чемпиона мира Р. Хоффа**

На рисунке 8.12 представлен тот же фрагмент техники в исполнении чемпиона мира Р. Хоффа, показавшего в этой соревновательной попытке результат 22,04 м. Здесь речь идет не о сравнении двигательных действий спортсменов, а о двигательной установке, способной с максимальной эффективностью использовать

росто-весовые и психомоторные возможности толкателей ядра. Исходная поза американского спортсмена позволяет выполнить предварительные действия несколько проще, с меньшей амплитудой движений и быстрее перейти к финальному разгону.



**Рисунок 8.13. – Положение А. Ничипора в конце предварительного замаха**

Конечное положение предварительного замаха спортсмена характеризуется расположением веса тела на правой ноге, фронтальная ось плеч на  $270^\circ$  повернута от их рабочей плоскости при выпуске снаряда. Продолжительность двухопорного периода разгона снаряда в этой фазе составляет у А. Ничипора порядка 0,66–0,70 с. Прослеживается качественная координация в работе ног, таза и туловища. Первый одноопорный период начинается с момента перехода веса тела спортсмена на левую ногу (рисунок 8.14). В этой позиции сохраняется требуемое положение левой ноги, но наблюдается излишняя активность в работе левой руки.



**Рисунок 8.14. – Момент начала первой одноопорной фазы поворота**

В нескольких рассмотренных нами удачных попытках спортсмена продолжительность одноопорного вращения составила 0,56–0,63 с. Это медленнее, чем выполняют данное действие элитные толкатели ядра. Так, например, время первой одноопорной фазы у финалистов зимнего чемпионата мира в помещении варьировало в пределах от 0,41 до 0,49 с. Однако имеющуюся разницу следует воспринимать в настоящее время не как техническую ошибку, а как перспективный ориентир, поскольку она детерминируется пока меньшим силовым обеспечением движения.



**Рисунок 8.15. – Начало безопорной фазы поворота**

Наибольшие временные отличия, по сравнению с элитными метателями, отмечены при выполнении безопорной фазы поворота (рисунок 8.15). Несколько ранее минимизация этого движения в метании диска происходила посредством перестройки двигательной установки с прыжка на бег по кругу. Ведущие толкатели ядра строго придерживаются этого правила и сокращают безопорный период до 0,03 с. В наблюдаемых нами соревновательных действиях А. Ничипора продолжительность нахождения метателя без опоры составляет 0,08–0,09 с. Это достаточно существенная разница, ликвидация которой требует комплексного рассмотрения всех основных факторов, обуславливающих данное явление. Несомненно, что одной из главных причин здесь является «болезнь роста» спортсмена, выражающаяся в постепенном и согласованном во времени налаживании в системе движений основных связей и отношений между ее структурными элементами.

Постановка правой ноги на опору, представленная на рисунке 8.16, характеризуется, на наш взгляд, излишним наклоном туловища вперед, что приводит к увеличению силы плеча, выводящей спортсмена из равновесного положения. Продолжительность

второго одноопорного периода у А. Ничипора варьирует в пределах 0,22–0,24 с и практически сопоставима с показателями элитных метателей, составляющими порядка 0,21 с. Это свидетельствует о быстрой организации двухопорного контакта за счет активной постановки левой ноги на опору, созданию предпосылок к качественной подготовке вышерасположенных двигательных звеньев для выполнения финального разгона и эффективном использовании предварительно растянутых рабочих мышечных групп.



**Рисунок 8.16. – Момент организации второго одноопорного положения**

В целом начало активного разгона снаряда, соответствующее постановке левой ноги к сегменту, характеризуется оптимальным расположением проекции ядра на опору (рисунок 8.17). К недостаткам данной позы можно отнести позицию правой стопы и излишнее отведение левого плеча назад. Тем не менее, временная конструкция одного из важнейших двигательных действий в толкании ядра у А. Ничипора соответствует лучшим образцам технического исполнения и составляет около 0,21 с, из которых он в течение 0,06 с воздействует на снаряд в безопорном положении.



**Рисунок 8.17. – Момент образования двухопорного контакта в финальном разгоне снаряда**



**Рисунок 8.18. – Момент выпуска снаряда**

Пространственная ориентация всех двигательных звеньев толкателя в момент выпуска снаряда убедительно свидетельствует о рациональной организации финального разгона (рисунок 8.18). За счет эффективной системы передачи количества движения с нижних звеньев на верхние спортсмену удалось сохранить вертикальное, с небольшим наклоном плеч назад, положение туловища. Подобное расположение пояса верхних конечностей относительно сегмента и сохранившая положение упора левая нога свидетельствуют о качественной организации последовательного торможения рабочих двигательных звеньев в требуемой последовательности. Ориентация голени согнутой правой ноги в должной мере позволяет оценить ее роль как в разгоне тазовой области, так и в создании жесткой замкнутой биомеханической цепи на опоре.

### **8.3 Елена Пасечник, МС**

Морфофункциональные задатки спортсменки, по оценкам специалистов, создают значительные предпосылки для достижения высоких спортивных результатов в толкании ядра. В настоящее время спортсменка уверенно освоила шестнадцатиметровый рубеж и несколько раз посылала ядро за 17 м. Рассмотрим характер основных двигательных действий Е. Пасечник в соревновательной попытке, где дальность полета снаряда составила 17,04 м. Спортсменка использует прямолинейный способ разгона снаряда. Исходное положение перед началом подготовительных действий она принимает в движении, выполняя перед этим три шага с ядром по диаметру круга от сегмента к его задней части. Подобный способ, естественно, требует от спортсменки определенного контроля за скоростью передвижения, положением туловища, направлением взгляда, точностью постановки

правой ноги на опору. В целом Е. Пасечник уверенно справляется с этой частной двигательной задачей (рисунок 8.19).



**Рисунок 8.19. – Момент начала выполнения замаха**



**Рисунок 8.20. – Момент начала выполнения скачка Е. Пасечник (а)  
и Н. Михневич (б)**

Поставив правую ногу на опору, спортсменка наклоняет туловище вперед и, сгибая опорную и маховую ноги, занимает положение достаточно компактной группировки (рисунок 8.20а). Однако внешне она выглядит достаточно закрепощенной, поскольку расположение некоторых двигательных звеньев вызывает локальные, хотя и небольшие, избыточные напряжения специфических групп мышц. Высокое положение бедра маховой ноги не позволяет в полной мере загрузить переднюю часть стопы и создает чрезмерное натяжение в мышечной цепи: спина – таз – бедро. Этому в определенной мере способствует и движение голени левой ноги в правую сторону, а также положение левой стопы относительно голени. В качестве примера более рационального расположения спортсменки перед началом выполнения скачка можно привести

позу Н. Михневич (рисунок 8.20б). Более низкое положение левого колена относительно правого создает оптимальные условия для эффективного выполнения маха свободной ногой при должном расположении голени этой конечности.

На рисунке 8.21а представлен момент окончания Е. Пасечник одноопорной фазы предварительного разгона системы «метатель-снаряд». Анализ координационного механизма рассматриваемого двигательного действия свидетельствует, что в целом спортсменка успешно реализует требуемую последовательность включения основных рабочих звеньев в работу. Удерживая исходное положение туловища и головы, она активным разгибанием левой ноги в тазобедренном и коленном суставах создает необходимое рабочее напряжение мышц задней поверхности бедра правой ноги, пространственная конструкция которой в это время сохраняет ранее принятое исходное положение. Маховое движение левой ноги последовательно запускает следующий механизм разгона системы – действие силы тяжести. Выводя О.Ц.М.Т. за площадь опоры, спортсмен создает плечо силы, горизонтальная составляющая которой способствует движению спортсмена по диаметру круга к сегменту. Далее толкательница ядра своевременно подключает в работу разгибание правой опорной ноги, которая и завершает этот процесс. Таким образом, характер работы различных звеньев тела в процессе предварительного разгона можно обозначить следующим образом: сохранение положения головы и туловища – элементы динамической осанки; движение левой ноги – главное управляющее движение; функция правой ноги при разгибании левой – элемент динамической осанки, далее – главное управляющее движение.

Некоторые вспомогательные управляющие движения, на наш взгляд, могли бы выполняться спортсменкой с большей биомеханической целесообразностью. Разгибание левой ноги должно заканчиваться практически полным ее выпрямлением, что в дальнейшем позволит ускорить постановку на опору за счет более низкого расположения стопы. Качество этого движения также влияет и на угол разведения бедер в заключительный момент отталкивания правой ногой, что также повышает активность ее постановки в финальной части упражнения (рисунок 8.21б). Далее, положение левой руки хотя и обеспечивает удержание левого плеча в требуемой позиции, но не способствует оптимальному распределению требуемого напряжения мышц плечевого сустава и дорзальной поверхности туловища. Ее значительное сгибание в локтевом суставе

и его опускание вниз вызывают чрезмерное растяжение мышц спинной области, которое в дальнейшем доминирует при организации финального разгона снаряда.



а



б

**Рисунок 8.21. – Окончание первой одноопорной фазы  
Е. Пасечник (а) и Н. Михневич (б)**

Расположение двигательных звеньев Е. Пасечник в момент начала одноопорной фазы финального разгона свидетельствует о вполне приемлемых условиях для эффективного разгона снаряда в основной части соревновательного упражнения (рисунок 8.22а). Она сохранила оптимальную позу динамической осанки туловища и головы, качественно выполнила постановку правой ноги на ее рабочее место, в необходимой степени подготовила левую ногу для быстрого создания двухопорного контакта. Однако технические отклонения, обнаруженные в предыдущих действиях, закономерно перешли и на следующую стадию соревновательного упражнения. Левая рука по-прежнему прижата к груди, а положение левой стопы не вполне способствует созданию оптимального напряжения тех рабочих мышц, которые обеспечивают быструю ее постановку на опору (рисунок 8.22б).

Поздняя постановка левой ноги на опору (0,17 вместо 0,10 с), а также значительное натяжение мышц левой стороны спины определили исходную позу спортсменки в момент начала активной части финального разгона. Обратим внимание на технические отклонения, снижающие эффективность выполнения важнейшего элемента соревновательного упражнения. В отличие от Н. Михневич (рисунок 8.23б), ядро Е. Пасечник (рисунок 8.23а) проецируется уже на площадь опоры правой ноги, что в целом свидетельствует как о сокращении активного пути разгона снаряда, так и о нарушении

рациональной координации работы специфических мышечных групп. Чрезмерный поворот головы вправо и более высокое положение левой руки указывают на раннее включение в ускорение снаряда мышц пояса верхних конечностей. Подобные нарушения системного построения финального разгона приводят к неоправданному увеличению времени активного разгона снаряда, составляющему в данной попытке 0,21 с, в то время как у ведущих спортсменок оно варьирует в пределах 0,12–0,18 с.



а



б

**Рисунок 8.22. – Начало второй одноопорной фазы  
Е. Пасечник (а) и Н. Михневич (б)**



а



б

**Рисунок 8.23. – Начало второй одноопорной фазы  
Е. Пасечник (а) и Н. Михневич (б)**

На рисунке 8.24а мы в более концентрированном виде наблюдаем разрушение механизма рационального взаимодействия основных двигательных звеньев, осуществляющих финальный разгон снаряда. В отличие от Н. Михневич (рисунок 8.24б), которая должным образом организовала торможение ног и таза и дальнейшие движения выстраивает на этой основе, Е. Пасечник активно смещает всю двигательную систему в сторону левой ноги,

которая в это время пассивно сгибается под действием движущейся массы тела. Свободное перемещение таза, в свою очередь, затрудняет формирование рабочей оси «левая стопа – левое плечо», которая в организации финального разгона играет важнейшую роль и выступает в качестве критерия процесса последовательного разгона и торможения двигательных звеньев снизу вверх.



а



б

**Рисунок 8.24. – Начало второй одноопорной фазы Е. Пасечник (а) и Н. Михневич (б)**



а



б

**Рисунок 8.25. – Момент выпуска снаряда Е. Пасечник (а) и Н. Михневич (б)**

Момент выпуска снаряда (рисунки 8.25а, 8.25б) подчеркивает характер и направленность двигательных действий, выполненных спортсменками в процессе соревновательного упражнения. Сильный наклон туловища вперед у Е. Пасечник, несмотря на идеальное положение левой ноги при организации уже позднего упора, свидетельствует об имеющихся отклонениях в системе

построения финального разгона, вызванных чрезмерной активацией работы мышц туловища и пояса верхних конечностей.

В методическом плане спортсменке необходимо более точно выстроить двигательную установку реализации заключительной части толкания ядра – финального разгона и на этой основе, посредством системы подводящих и специально-подготовительных упражнений, совершенствовать механизм последовательного разгона и торможения основных рабочих звеньев снизу вверх. Следует также обратить внимание на те детали технического исполнения предварительного разгона, которые снижают эффективность последующих действий, а возможно и провоцируют нарушение координационного механизма финального разгона.

#### **8.4 Олег Томашевич, МС**

В зимнем сезоне 2019 года легкоатлетами были установлены несколько рекордов Республики Беларусь в разных возрастных категориях. Среди них выделяются юниорские достижения О. Томашевича в толкании ядра. В марте этого года Комиссией Белорусской федерации легкой атлетики утверждены его рекорды в толкании снаряда весом 6 кг (21,01 м) и 7,26 кг (19,73 м). О потенциальных возможностях молодого метателя также свидетельствует результат, показанный им на местных соревнованиях, где был преодолен 22-метровый рубеж в толкании юниорского снаряда (22,15 м). Аппроксимируя этот показатель на результаты в стандартном мужском снаряде, можно говорить о реальных перспективах преодоления молодым спортсменом 20-метрового рубежа уже в этом соревновательном сезоне.

Важнейшим фактором успешного совершенствования его спортивного мастерства, как показывают различные аспекты кинезиологического анализа, являются позитивные тенденции формирования системы двигательных действий, лежащей в основе соревновательного упражнения. Главная из них – организация специализированного способа решения двигательной задачи на основе скоростной генеральной двигательной доминанты [2]. Этот выбор базируется на психомоторной структуре современной конструкции разгона снаряда в толкании ядра. Активно развивающийся, целесообразный комплекс вращательно-поступательных действий предоставляет спортсмену новые возможности использования своего двигательного потенциала.

Остановимся на рассмотрении индивидуальных особенностей построения метателем предварительного и финального разгона в процессе организации соревновательного упражнения.

Таблица 8.1. – Временные параметры различных фаз в толкании ядра

Спортсмен, результат, м	Первая одноопорная фаза, с	Первая безопорная фаза, с	Вторая одноопорная фаза, с	Двухопорная фаза, с	Третья одноопорная фаза, с	Вторая безопорная фаза, с
Cantwell, 21,77	0,48	0,03	0,21	0,18	0,03	0,00
Hoffa, 21,20	0,44	0,04	0,21	0,19	0,00	0,04
Карпук, 18,12	0,45	0,06	0,22	0,20	0,00	0,04
Томашевич, 20,01 (6 кг)	0,49	0,03	0,22	0,23	0,04	0,00
Томашевич, 20,47 (6 кг)	0,50	0,03	0,25	0,18	0,04	0,00
Томашевич, 19,73 (7,20 кг)	0,48	0,03	0,25	0,18	0,04	0,00

Анализ продолжительности выполнения важнейших элементов техники толкания ядра способом кругового маха показывает, что О. Томашевич формирует выделенные фазы соревновательного упражнения практически в тех же временных интервалах, которые характерны для элитных представителей этого вида легкой атлетики (таблица 8.1). Ранее этот положительный аспект построения специализированной системы движений мы отмечали при анализе технических действий Д. Карпука, также молодого толкателя ядра, победителя многих крупных соревнований. Указывалось, что это очень важная как в биомеханическом, так и в методическом плане информация, поскольку позволяет на объективной основе формировать дальнейший процесс совершенствования спортивного мастерства. В перспективе это связано с повышением надежности функционирования имеющейся системы движений и постепенным увеличением ее специализированного моторного обеспечения. Особенно следует остановиться на двух сопоставляемых величинах: продолжительности первой безопорной и второй двухопорной фаз, поскольку они в наибольшей мере определяют характер решения

основной двигательной задачи в толкании ядра. Длительность первой из них в рассматриваемом случае указывает на беговой вариант перехода с левой ноги на правую, ориентированный на минимальное нахождение метателя в отрыве от опоры. Вследствие этого сокращаются потери скорости движения системы «метатель-снаряд», а также уменьшается суммарная величина реакции опоры, направленная против движения спортсмена. Длительность второй свидетельствует о значительных биомеханических предпосылках качественного использования как механизма последовательного торможения двигательных звеньев, так и упругих свойств сухожильно-мышечного аппарата толкателя ядра.



**Рисунок 8.26. – Исходное положение перед началом замаха**

Исходная позиция спортсмена перед началом выполнения соревновательного упражнения формируется на основе двух основных требований: а) максимально использовать пространство круга для разгона системы «метатель-снаряд»; б) выполнить условия правил соревнований (рисунок 8.26). Ориентируясь на первое из них, метатель располагает стопу левой ноги на линии, проходящей через центр круга перпендикулярно сегменту. В дальнейшем при качественном выполнении всего комплекса двигательных действий это позволяет рационально организовать поступательное перемещение ОЦМТ в предварительном и финальном разгоне. Положение правой стопы способствует увеличению пути разгона снаряда на предварительном участке, поскольку создает условия для большего угла замаха. Выполнение второго требования спортсмен организует за счет постановки левой стопы на определенном удалении от границы круга, что позволяет в процессе входа в поворот

эффективно вращаться, не создавая предпосылок для выхода за пределы соревновательного пространства.



а



б

**Рисунок 8.27. – Момент максимального сгибания ног при выполнении замаха: а) 2019 г.; б) 2018 г.**



**Рисунок 8.28. – Тот же момент замаха в исполнении чемпиона мира Т. Уолша (22,67 м)**

На рисунке 8.27 представлена динамика изменения промежуточного положения спортсмена при выполнении замаха в предварительном разгоне. Оба варианта характеризуются значительным сгибанием ног в коленных суставах: в положении на рисунке 8.27а угол составляет примерно  $100^\circ$ , а на рисунке 8.27б –  $70^\circ$ . Можно предположить, что целевая предназначенность подобного движения состояла в повышении эффективности всего подготовительного комплекса, однако время показало несостоятельность подобного решения и спортсмену пришлось отказаться от чрезмерного сгибания ног в данный момент времени. В настоящее время используется вариант с меньшим сгибанием ног

в коленных суставах, хотя существуют объективные предпосылки для его дальнейшего совершенствования (рисунок 8.28).

Теоретически любые конструктивные надстройки, требующие дополнительного расхода энергии, более сложной координации в работе двигательного аппарата, усложнения взаимосвязи с внешней средой, необходимо рассматривать с точки зрения их полезности включения в существующую систему движений. В данном случае значительное искривление траектории движения ОЦМТ за счет выраженного сгибания ног приводит к неоправданному усилению контроля за этим элементом, поскольку в течение его выполнения возникают дополнительные сбивающие факторы, требующие минимизации их воздействия. При этом в конечном итоге, усложняется исходная конструкция для начала непосредственного предварительного разгона системы «метатель-снаряд» (рисунок 8.29б).

Следует отметить, что в течение 2018 года у спортсмена произошли положительные изменения в построении этой части предварительного разгона, вызвавшие как уменьшение угла наклона туловища с  $57^\circ$  до  $35^\circ$  (рисунок 8.29б, а), так и сокращение времени замаха с 1,51 до 1,18 с. Это отразилось на длительности дальнейшего двухопорного вращения, увеличившейся с 0,80 до 0,92 с, что позволило выстраивать более качественную координацию перехода толкателя ядра с правой ноги на левую и таким образом повысить точность входа в поворот (рисунок 8.30а).



а



б



в

**Рисунок 8.29. – Момент окончания предварительного замаха:**  
а) О. Томашевич, 2019 г.; б) О. Томашевич, 2018 г.; в) Т. Уолш (22,67 м)



а



б

**Рисунок 8.30. – Момент начала первой одноопорной фазы:  
а) О. Томашевич; б) Т. Уолш**



а



б

**Рисунок 8.31. – Момент начала безопорной фазы:  
а) О. Томашевич; б) Т. Уолш**

Реализация первой одноопорной фазы продолжается у спортсмена около 0,49 с и характеризуется качественным выстраиванием элементов динамической осанки левой ноги. В течение 0,43 с толкатель ядра выполняет сложное вращение на левой ноге, продольная ось которой наклонена к горизонтали под углом около  $65^\circ$ , удерживая при этом практически вертикальную позицию туловища. В конечном итоге это позволяет выполнить эффективный круговой мах правой ногой, а затем в течение 0,06 с, объединив действия опорной и переносной ноги, организовать прямолинейное перемещение спортсмена вперед по диаметру круга. Минимизацию времени безопорной фазы толкатель ядра формирует за счет неполного разгибания левой ноги в коленном и тазобедренном

суставах, уменьшающего угол отталкивания, а также низкого проноса правой стопы над опорой (рисунок 8.31а).

Теоретически, быстрая постановка правой ноги на опору способствует сохранению скорости системы «метатель-снаряд» и эффективному развертыванию дальнейших двигательных действий финального разгона. Однако фаза перехода с одной ноги на другую выполняет также функцию усиления моторного обеспечения главного элемента техники толкания ядра. Она заключается в создании рабочего напряжения специфических мышечных групп правой ноги за счет их оптимального растяжения, которое в определенной мере зависит от высоты, с которой правая стопа ставится на поверхность круга. С этих позиций Т. Уолш выполняет более полное разгибание опорной ноги в коленном и тазобедренном суставах и тем самым несколько увеличивает угол отталкивания, создавая этим оптимальные условия для необходимого натяжения рабочих мышц (рисунок 8.31б). Этому также способствует более закрытая постановка стопы по отношению к сегменту, что сокращает время подготовки правой ноги к реализации своей основной функции в финальном разгоне (рисунок 8.32б).



а



б

**Рисунок 8.32. – Момент начала второй одноопорной фазы: а) О. Томашевич; б) Т. Уолш**

Длина шага О. Томашевича от места вращения левой стопы до постановки правой составляет порядка 0,90 м, длительность безопорной фазы – 0,03 с. Начало финального разгона характеризуется постановкой правой ноги на переднюю часть стопы (рисунок 8.32а). Ее продольная ось перпендикулярна направлению движения толкателя ядра. Угол продольной оси «правая стопа-голова» по

отношению к горизонтали составляет  $74\text{--}76^\circ$ , угол постановки правой ноги –  $80^\circ$ . Голень левой ноги в этот момент занимает практически горизонтальное положение по отношению к опоре. Здесь следует заметить, что у чемпиона мира в этот момент стопа левой ноги располагается гораздо ниже коленного сустава вследствие более выраженного разгибания левого тазобедренного и коленного суставов.

Анализ временной протяженности различных фаз показывает, что второе одноопорное вращение на правой ноге спортсмен выполняет несколько медленнее, чем ведущие толкатели (таблица 8.1). Причинами подобного явления могут выступать несколько факторов: нерациональная постановка стопы на опору, неэффективная координация работы опорной и маховой ноги, недостаточный уровень специальной силовой подготовленности, характер двигательной установки на реализацию данной фазы толкания ядра. В связи с этим совершенствование двигательных действий этой фазы требует комплексного рассмотрения всех аспектов исполнения второго одноопорного вращения и выявления в них слабого звена.



а



б

**Рисунок 8.33. – Момент начала второй двухопорной фазы:  
а) О. Томашевич; б) Т. Уолш**

Рациональное построения финального разгона в толкании ядра, как, впрочем, и в остальных видах легкоатлетических метаний, базируется на последовательном разгоне и торможении двигательных звеньев снизу вверх. Посредством этого осуществляется закономерная передача количества движения с проксимальных на дистальные звенья спортсмена и в конечном итоге значительно увеличивается

скорость вылета снаряда [3]. С этой целью в начальные моменты основного двигательного действия организуются определенные элементы динамической осанки, позволяющие создавать силовые взаимодействия с опорой, формирующие эффективно действующий биомеханизм торможения. Пространственно это можно оценить по углу постановки левой ноги на опору и наклону продольной оси «левая стопа-голова» относительно горизонтали. Анализ показывает, что общий наклон системы «метатель-снаряд» у О. Томашевича и Т. Уолша в данный момент времени практически идентичен и составляет порядка 58–60° (рисунок 8.33). Следовательно, можно отметить, что в области формирования общей конструкции двигательной системы и условий ее функционирования наш спортсмен вышел на уровень высококвалифицированных толкателей ядра, владеющих современной системой технических приемов реализации двигательной задачи в этом виде метаний.

Сравнение же углов постановки левой ноги на опору при организации второго двухопорной фазы свидетельствует о некотором преимуществе Т. Уолша в данной позиции. Наклон продольной оси его левой ноги к опоре практически на 10° меньше, чем у белорусского спортсмена. Тем самым увеличиваются возможности для создания большей величины горизонтальной составляющей реакции опоры, направленной против движения толкателя ядра и запускающей механизм последовательного торможения двигательных звеньев.

В формировании исходной позы финального разгона следует обратить внимание еще на один весьма важный момент организации движений в голеностопных суставах. Хорошо заметно, что Т. Уолш в данной позиции демонстрирует сильное сгибание в этих сочленениях, углы намного больше прямого. Биомеханически этим обеспечивается большая упругость и жесткость их функционирования и, как следствие, высокая эффективность тормозных процессов. О. Томашевич реализует более «мягкую» постановку левой стопы. Анализ этого движения показывает, что первоначальный контакт передней части левой стопы в течение 0,026 с трансформируется в полноценную опору всей ее подошвенной площадью. В этой позиции голеностопного сустава основная функция торможения переносится на активную работу мышц, что снижает эффективность данного процесса, поскольку снижается использование даровых сил [4].

Тем не менее в течение выполнения финального разгона снаряда спортсмен достаточно эффективно выстраивает процесс передачи количества движения с нижних звеньев на верхние.

Качество формирования финальной части разгона во многом можно оценивать по способности толкателя ядра выдерживать угол оси упора (левая стопа – голова) от вертикали. Анализ показывает, что в течение времени активного воздействия метателя на снаряд, а это рисунки 8.33, 8.34, 8.35, положение оси характеризуется следующими показателями:  $33^\circ$ ,  $20^\circ$  и  $15^\circ$ . Следовательно, можно утверждать, что в процессе всего разгона снаряда была сформирована эффективная волновая система передачи энергии с нижних двигательных звеньев на верхние, что в конечном итоге и позволило спортсмену показывать высокие спортивные результаты.



а



б

**Рисунок 8.34. – Момент реализации второй двухопорной фазы:  
а) О. Томашевич; б) Т. Уолш**



а



б

**Рисунок 8.35. – Момент выпуска снаряда:  
а) О. Томашевич; б) Т. Уолш**

**Заключение.** Общая оценка всех сторон технической подготовленности молодого белорусского толкателя ядра свидетельствует о его несомненной одаренности в этом виде спортивной деятельности. Качественный биомеханический анализ в должной мере подтвердил рациональность и эффективность исполнения им основных приемов предварительного и финального разгона как системы «метатель – снаряд», так и конкретно спортивного снаряда. Эволюционный подход к конкретной системе рассматриваемого соревновательного упражнения требует осторожной трактовки имеющихся отклонений от современной модели толкания ядра способом кругового маха. Некоторые из них являются продуктом формирования и развития юного спортсмена и по мере его совершенствования органически трансформируются в нормированные движения и двигательные действия. Тем не менее в общем плане построения рациональной системы соревновательного упражнения можно предложить ряд конкретных рекомендаций:

1. Не использовать в замахе волнообразного движения ОЦМТ посредством сгибания ног в коленных суставах. В известной мере это усложняет подготовительное действие, но не влияет на повышение эффективности непосредственно предварительного разгона, поскольку оценка готовности к его началу в большей мере формируется посредством натяжения мышц туловища, то есть углом между фронтальными плоскостями таза и плеч.

2. В первой одноопорной фазе не поворачивать голову влево, так как это влияет на распределение тонуса мышц туловища и увеличивает вероятность отклонения оси вращения от должной нормы (рисунок 8.36).



**Рисунок 8.36.** – Момент реализации первой одноопорной фазы

3. Рассмотреть вопрос о постановке правой стопы после безопорной фазы с несколько большей высоты, так как в толкании ядра предварительный разгон выполняет не только скоростнообразующую, но и подготовительную функцию.

4. Увеличить рабочие углы голеностопных суставов в финальном разгоне, что должно положительным образом сказаться на реализации основного биомеханизма, увеличении активного пути воздействия силы метателя на снаряд, повышении эффективности использования моторного потенциала спортсмена.

### **8.5 Дмитрий Карпук, МС**

Выступая на международном турнире памяти Заслуженного тренера СССР Е.М. Шукевича, Дмитрий превзошел свой же юниорский рекорд страны. В первой попытке снаряд улетел на 20,54 м, а в третьей – на 21,44 м. Тем самым он уверенно возглавил мировой рейтинг U-20. Следует заметить, что накануне, соревнуясь вне конкурса в толкании стандартного спортивного снаряда, он также показал весьма высокий для себя результат, равный 18,70 м.

В настоящее время Д. Карпук входит в группу перспективных молодых представителей легкоатлетического спорта Республики Беларусь, которые при рациональной системе спортивной подготовки способны выйти на высокий уровень достижений в своих видах легкой атлетики. В конкретном случае это аргументируется стабильным ростом спортивного результата спортсмена при переходе из одной возрастной группы в другую, его высоким уровнем, а также способностью Дмитрия продуктивно и надежно осуществлять свою соревновательную деятельность на престижных спортивных форумах.

Естественно, что основой спортивных достижений молодого спортсмена является высокий уровень его интегральной подготовленности, свидетельствующей о качественном построении процесса многолетней подготовки, ориентированной на совершенствование всех факторов, определяющих творческое развитие в толкании ядра. Однако как свидетельствует ряд объективных данных, важнейшим компонентом успешной соревновательной деятельности Д. Карпука является его техническая подготовленность, его способность рационально выстраивать систему вращательного разгона снаряда в соответствии с механическими и биомеханическими требованиями

рассматриваемого соревновательного упражнения. Следует отметить, что успешной реализации системы движений в толкании ядра в немалой степени способствует координационная подготовленность спортсмена, качественно выражающаяся в построении амплитудных траекторий разгона снаряда на его различных участках, а также эффективном формировании связей между различными элементами техники толкания ядра.

Объективным доказательством подобного утверждения является анализ ритмо-темповой структуры соревновательного упражнения Д. Карпука (18,12 м). Он показал, что в целом она соответствует архитектонике двигательных действий ведущих представителей данного вида легкой атлетики (таблица 8.2). Сравнивая длительность различных фаз толкания ядра, следует иметь в виду, что некоторые из представленных спортсменов (Маевский, Михневич) использовали прямолинейный способ разгона снаряда и в силу данного обстоятельства возможно сопоставление параметров только финальной части разгона.

Таблица 8.2. – Временные параметры различных фаз в толкании ядра (12-й чемпионат мира в помещении)

Спортсмен, результат, м	Первая одноопорная фаза, с	Первый полет, с	Второй одноопорный период, с	Двойная опора, с	Третий одноопорный период, с	Второй полет, с
Cantwell, 21,77	0,48	0,03	0,21	0,18	0,03	0,00
Hoffa, 21,20	0,44	0,04	0,21	0,19	0,00	0,04
Majewski, 20,93	0,41	0,10	0,11	0,17	0,04	0,03
Mikhnevich, 20,82	0,44	0,11	0,05	0,20	0,03	0,03
Smith, 20,78	0,45	0,06	0,25	0,16	0,03	0,02
Scott, 20,29	0,41	0,05	0,18	0,20	0,01	0,02
Martin, 20,13	0,44	0,12	0,17	0,16	0,00	0,02
Sack, 20,05	0,49	0,08	0,21	0,16	0,02	0,02
Карпук, 18,12 / 7,26 кг	0,45	0,06	0,22	0,20	0,00	0,04
Карпук, 21,44 / 6 кг	0,49	0,07	0,23	0,17	0,00	0,04

Простой количественный анализ показывает, что Д. Карпук формирует выделенные фазы соревновательного упражнения в тех же временных интервалах, которые характерны для элитных представителей этого вида легкой атлетики. Это очень важна как биомеханическая, так и методическая информация, поскольку позволяет на объективной основе формировать дальнейший процесс совершенствования спортивного мастерства Д. Карпука. Стратегически это связано с повышением надежности функционирования имеющейся системы движений и постепенным повышением ее специализированного двигательного потенциала.

Рассмотрим основные качественные и количественные особенности системы движений Д. Карпука в толкании ядра при установлении им рекорда Республики Беларусь (21,44 м), которые, на наш взгляд, объективно отражают индивидуальный процесс формирования соревновательного упражнения в рассматриваемом виде легкоатлетических метаний. Исходным моментом начала предварительного разгона снаряда является поза спортсмена, представленная на рисунке 8.37. Хороший уровень подвижности туловища относительно его вертикальной оси, при оптимально организованной опоре позволяет толкателью ядра в конечный момент замаха расположить правое плечо в направлении к сегменту. Это в определенной мере способствует увеличению пути активного воздействия спортсмена на снаряд в данной фазе движения.



**Рисунок 8.37. – Момент окончания предварительного замаха**

Сравнение позиций метателя на рисунках 8.37 и 8.38, а также ориентация на продолжительность рассматриваемого двигательного действия, показывают, что Д. Карпук формирует стартовую позицию для реализации одноопорного вращения в соответствии с условиями эффективной подготовки двигательного аппарата нижних звеньев

к вращательно-поступательному перемещению метателя в центр круга. Удерживая первоначальную ориентацию правой стопы, метатель контролируемо переносит вес тела на левую ногу, которая в это время организует основное управляющее движение, связанное с ее вращением на передней части стопы влево. Это очень важный элемент предварительного разгона снаряда, терминологически он озвучивается как вход в поворот, от качества выполнения которого зависит ориентация вертикальной оси спортсмена, а также формирование условий для махового движения правой ногой.



**Рисунок 8.38. – Момент формирования входа в поворот**

Следует указать, что использование количественных показателей пространственного расположения как всей системы движений в целом, так и ее отдельных элементов, в нашем исследовании основывается на одноплоскостном восприятии двигательного действия, поскольку используемые условия видеосъемки не позволяют выйти на более развернутый анализ соревновательного упражнения. Однако подобный ракурс оценивания технических действий толкателей ядра наиболее часто используется спортивными педагогами в своей практической работе и в силу данного обстоятельства количественная характеристика расположения и взаиморасположения различных элементов двигательного комплекса представляет условия для объективной оценки качества как элементов динамической осанки, так и управляющих движений спортсмена.

На рисунке 8.39 представлен момент начала первой одноопорной фазы, являющейся составной частью предварительного разгона снаряда. Целенаправленная подготовка махового движения правой ногой закончилась переносом веса тела на левую ногу и активным поворотом левой стопы практически на  $90^\circ$ , что позволило создать хорошее рабочее натяжение мышц тазовой области для организации

последующего управляющего движения. Оптимальное сгибание левой ноги в коленном суставе и определенный наклон последнего в сторону основного прямолинейного перемещения ( $73^\circ$  относительно горизонтали) создают позитивные условия для вращения метателя и дополнительного натяжения специфических мышечных групп. Этому же способствует практически вертикальное положение оси «голова – левая стопа», составляющее  $92^\circ$ , а также оптимальный угол сгибания левого тазобедренного сустава, равный  $120^\circ$ .



**Рисунок 8.39. – Момент начала первой одноопорной фазы**



**Рисунок 8.40. – Момент первой одноопорной фазы  
(бокком по направлению толкания)**

Промежуточное положение на рисунке 8.40 представляет дополнительную информацию о качестве формирования предварительного разгона толкателем ядра в рекордной попытке. Закончив вращение на левой ноге, стопа направлена в сторону сегмента, спортсмен наклонил ось «голова – левая стопа» в сторону прямолинейного перемещения ( $84^\circ$ ), тем самым создав условия для работы силы тяжести по разгону системы «метатель – снаряд». Значительный наклон голени левой ноги в сторону метания ( $24^\circ$ ), прямой угол в левом коленном суставе и широкое разведение бедер в данной позиции ( $81^\circ$ ), пространственная ориентация фронтальных

плоскостей таза и туловища свидетельствуют о качественно выстроенной позе, предвещающей дальнейшие активные действия метателя.

Основными управляющими движениями в реализации второй половины одноопорного вращения в рассматриваемом двигательном действии являются изменение углов в тазобедренном суставе левой и правой ног. Целенаправленная координация пространственного перемещения бедер опорной и маховой ног приводит к дальнейшему наклону оси «голова – левая стопа» в сторону метания (рисунки 8.41 и 8.42). К моменту окончания первой одноопорной фазы угол ее наклона составляет уже  $64^\circ$ , то есть примерно за 0,26 с она изменила свое положение на  $20^\circ$ .



**Рисунок 8.41. – Момент первой одноопорной фазы  
(лицом по направлению толкания)**



**Рисунок 8.42. – Момент окончания первой одноопорной фазы**

Особое внимание при формировании рассматриваемого элемента предварительного разгона следует обратить на характер движений нижних конечностей при переходе из позы 8.40 в позу 8.42. Сформировав условия для продольного перемещения системы «метатель-снаряд», спортсмен жестко фиксирует суставные движения левой ноги. В данный момент времени биомеханическая

цепь левой опорной ноги выполняет функцию элемента динамической осанки, превращаясь в упругую ось, вокруг которой происходит работа правой ноги. Последняя в течение первых 0,07 с полностью разгибается, превращаясь в длинный маятник и тем самым увеличивая момент инерции движущегося сочленения. В течение последующих 0,01 с ее пространственная конфигурация сохраняется до момента параллельного расположения бедер левой и правой ног. С этой позиции правая нога незначительно сгибается в тазобедренном суставе, поднимаясь коленом вверх, а правая голень сохраняет вертикальную ориентацию относительно опоры (рисунок 8.41). Продолжительность этого движения также составляет порядка 0,09 с. Далее, практически фиксируя угол в коленном суставе левой ноги, спортсмен продолжает маховое движение правой ногой вперед, подключая к нему сгибание в голеностопном суставе левой ноги (рисунок 8.42). Таким образом, в рассматриваемой фазе движения Д. Карпук демонстрирует рациональную координацию элементов динамической осанки, управляющих и корректирующих движений в различных суставах системы движений, позволяющую занять эффективную позу для реализации второй одноопорной фазы.



**Рисунок 8.43. – Момент начала второй одноопорной фазы**

Начало второй одноопорной фазы характеризуется расположением двигательных звеньев спортсмена, в максимальной мере минимизирующим величину момента инерции тела метателя (рисунок 8.43). Наклон оси «голова-правая стопа» составляет  $13^\circ$ , правая голень занимает практически вертикальное положение, общий центр масс левой ноги максимально приближен к оси вращения. Подобная начальная конфигурация двигательной системы позволяет метателю эффективно выполнить основные подготовительные действия для дальнейшей реализации наиболее ответственной двухопорной фазы финального разгона. В течение

0,22–0,23 с спортсмен активно вращается на правой опоре, постепенно снижая угол вертикальной оси «голова – правая стопа» со  $103^\circ$  до  $94^\circ$  к моменту принятия двухопорного положения. Эффективная работа специализированных мышечных групп в области таза позволяет спортсмену создать качественное натяжение всей задействованной в разгоне снаряда мышечной системы, а также организовать рациональный наклон оси упора «левое плечо-левая стопа», составляющий  $30^\circ$  (рисунки 8.44, 8.45).



**Рисунок 8.44. – Момент второй одноопорной фазы (спиной по направлению толкания)**



**Рисунок 8.45. – Момент начала двойной опоры**

Полезно отметить, что при толкании более тяжелого соревновательного снаряда, спортсмен занимает более закрытое исходное положение для реализации активной части финального разгона (рисунок 8.46). При этом наблюдается и более рациональная расстановка стоп на поверхности круга, позволяющая качественнее формировать механизм передачи количества движения с нижних звеньев на верхние.

Качество формирования финальной части разгона во многом можно оценивать по способности толкателя ядра выдерживать

ось упора. Анализ показывает, что в течение времени активного воздействия метателя на снаряд, а это кадры 8.46, 8.47 и 8.48, положение оси характеризуется следующими показателями:  $120^\circ$ ,  $115^\circ$  и  $104^\circ$ . Следовательно, можно утверждать, что в процессе всего разгона снаряда была сформирована эффективная волновая система передачи энергии с нижних двигательных звеньев на верхние, что в конечном итоге и позволило спортсмену показать высокий спортивный результат.



**Рисунок 8.46. – Момент начала двойной опоры (ядро 7,26 кг)**



**Рисунок 8.47. – Момент двойной опоры**



**Рисунок 8.48. – Момент окончания двойной опоры**

Характерной особенностью техники толкания ядра Д. Карпука является синхронная работа ног в финальном разгоне снаряда. Таким образом, у него отсутствует третья одноопорная фаза, и финальное усилие спортсмена заканчивается в безопорном положении, продолжительность которого составляет порядка 0,04 с (таблица 8.2, рисунок 8.49). Подобное обстоятельство представляет дополнительную аргументацию значительных координационных способностей спортсмена и позволяет высоко оценить его техническую подготовленность.



**Рисунок 8.49. – Момент выпуска снаряда**

- 
1. Легкая атлетика : учеб. / под ред. Н. Н. Чеснокова, В. Г. Никитушкина. – М. : Физическая культура, 2010. – 448 с.
  2. Матвеев, Л. П. Общая теория спорта и ее прикладные аспекты / Л. П. Матвеев. – 4-е изд., испр. и доп. – СПб. : Лань, 2005. – 384 с.
  3. Матвеев, Е. Н. Метание копья / Е. Н. Матвеев // Легкая атлетика : учеб. 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.
  4. Бернштейн, Н. А. О построении движений / Н. А. Бернштейн. – М. : Медгиз, 1947. – 255 с.

## ГЛАВА 9

### МЕТАНИЕ КОПЬЯ

#### 9.1 Татьяна Холодович, МСМК

Предметом настоящего исследования стали биомеханические показатели, характеризующих временную, темпо-ритмовую и пространственную структуры соревновательного упражнения Т. Холодович, полученные как в процессе конкретного состязания, так и в различные годы ее спортивной карьеры. Подобная информация при ее соответствующей интерпретации позволяет сделать определенные частные выводы относительно формирования долгосрочных задач технической, а также специальной физической подготовленности спортсменки.

В таблице 9.1 представлены данные, отражающие некоторые аспекты кинематической структуры предварительного разбега, бросковых шагов и финального разгона соревновательных упражнений, выполненных метательницей в начале 2019 и 2020 годов. И в том, и в другом случаях они представляют систему высокоэффективных двигательных действий спортсменки, поскольку показанные в этих попытках результаты вплотную приближаются к личным достижениям Т. Холодович. С этих позиций количественный и качественный анализ вариативности этих характеристик позволяет вполне объективно определить как их должный уровень, позволивший спортсменке уже в начале этого сезона вплотную приблизиться к своему лучшему результату, так и возможность их дальнейшего позитивного изменения.

Рассмотрим освоенность интересующих нас сторон технических действий спортсменки, которые наиболее существенны для оценки ее спортивно-технического мастерства. Одной из важнейших в этом плане является стабильность – способность двигательной системы функционировать, не изменяя собственную структуру, и находиться в равновесии [1]. Экспериментальный материал представляет нам возможность оценить этот аспект двигательной деятельности Т. Холодович на основе анализа интересующих нас показателей практически полной системы соревновательного упражнения, поскольку в состав изучаемых элементов входят все ее важнейшие компоненты: бег со снарядом на должной скорости, отведение копья в исходное положение, бросковые шаги, скрестный шаг, финальный разгон.

Седьмой и восьмой шаги представляют собой заключительное звено предварительной части разбега, главной задачей которой является создание оптимальной скорости движения системы «метатель-снаряд». Визуальная оценка качества организации первого-шестого шагов позволяет утверждать, что выполняются они равноускорено, на базе оптимального увеличения длины и частоты шагов. К седьмому беговому циклу спортсменка выходит на необходимый ей ритмический рисунок выполнения бросковых шагов, что аргументируется воспроизведением достигнутых параметров частоты беговых шагов и коэффициента беговой активности в течение последующих циклических движений. Сравнение средних показателей времени опоры и полета седьмого и восьмого шагов свидетельствует о их полной идентичности, то есть построение этих двух двигательных действий происходит на основе их равноценности для конструирования дальнейших элементов техники метания копья. Данный подход к организации заключительной части разбега позволяет создать симметричную систему опорно-полетных взаимодействий метателя и не провоцирует ее на преднамеренную подготовку к дальнейшим ациклическим действиям. Особое внимание при этом следует обратить на качество воспроизведения временных характеристик беговых шагов в различных попытках одного соревнования. Так, размах колебаний между минимальной и максимальной величинами опорного периода в седьмом шаге составляет всего лишь 0,008 с, притом что в четырех попытках показан единый временной уровень взаимодействия спортсменки с опорой – 0,160 с. В восьмом шаге подобный размах также невелик – он равен 0,014 с, а крайние показатели равноудалены от их среднего. Размах колебаний времени полетных периодов также весьма незначителен и составляет 0,012 в седьмом и 0,012 с в восьмом цикле (таблица 9.1).

В течение девятого и десятого шагов, которые, исходя из специфики данного вида легкоатлетических метаний, меняют свою функцию и квалифицируются уже как бросковые, спортсменка выполняет отведение снаряда в исходное положение, способствующее эффективному использованию конструктивных особенностей двигательного аппарата в главной фазе метания копья. Поворот плеч направо и разгибание метаемой руки, определяющие основное содержание отведения снаряда, обычно вносят значительные помехи в структуру двигательных действий этой части упражнения, которые нередко являются основной

причиной возникновения двигательных отклонений в финальном разгоне. Однако и в данном случае мы обнаруживаем в серии соревновательных бросков весьма низкую вариацию величин опорно-полетных периодов, свидетельствующую о высокой степени автоматизации этих двигательных действий, которые позволяют спортсменке в максимальной степени сосредоточиться на решении главной двигательной задачи этого элемента – создании исходных биомеханических предпосылок для увеличения начальной скорости вылета снаряда в финальном движении. Количественная иллюстрация высокой степени воспроизведения продолжительности опорных периодов в течение отведения снаряда характеризуется в обоих случаях максимальным отклонением от среднего всего лишь в 0,006 с. Подобный показатель нахождения спортсменки в безопасном положении составляет в девятом шаге 0,012 с, а в десятом – 0,016 с.

Закончив отведение, на двух последующих бросковых шагах Т. Холодович выдерживает определенную, в большей мере психологическую по своей природе, двигательную паузу, основная функция которой состоит в закреплении элементов динамической осанки туловища, плечевого пояса и метаемой руки с целью качественного выполнения последующих управляющих движений нижних конечностей. Однако если в двигательных повторениях однотипных шагов мы наблюдаем высокий уровень стабильности их временного построения, то поступательное перемещение к месту реализации главного двигательного действия заставляет спортсменку начинать перестройку структуры исследуемых прыжково-беговых циклов. Например, построение одиннадцатого цикла во многом схоже с предыдущими, а вот двенадцатый уже характеризуется значительным уменьшением времени полетного периода, что вызывает определенное повышение показателя частоты этого шага, достигающего в отдельных случаях 4 ш/с.

Следует отметить, что у современных метателей копья третий и четвертый бросковые шаги служат как бы настроечной моделью скрестного и финального шагов, которая способствует формированию необходимого ритма исполнения заключительной части соревновательного упражнения. На рисунке 9.1а заметно, что третий бросковый шаг, в отличие от пятого, выполняется при вертикальной ориентации туловища, которая способствует быстрой постановке левой ноги на опору. Время полетного периода в этом шаге на 0,03 с меньше, чем в предыдущих двигательных действиях.

Таблица 9.1. – Временные и темпо-ритмовые показатели разбега в метании копья Т. Холодович

Время периодов, 65,65 м	Правая нога, 7-й шаг		Левая нога, 8-й шаг		Правая нога, 9-й шаг		Левая нога, 10-й шаг		Правая нога, 11-й шаг		Левая нога, 12-й шаг		Правая нога, 13-й шаг		Левая нога, скрестный шаг		Правая нога, финальный шаг		
	Опора	Полет	Опора	Полет	Опора	Полет	Опора	Полет	Опора	Полет	Опора	Полет	Опора	Полет	Опора	Полет	Опора	Полет	
Частота шагов, ш/с	0,160	0,116	0,160	0,130	0,154	0,140	0,146	0,126	0,156	0,138	0,142	0,124	0,150	0,062	0,150	0,120	0,228	0,144	
КБА	3,62	3,35	3,40	3,40	0,91	0,86	0,88	0,87	3,40	3,76	4,72	3,70	3,70	4,39	0,80	0,63			
62,48 м	0,160	0,128	0,144	0,122	0,158	0,140	0,144	0,156	0,148	0,148	0,108	0,156	0,108	0,150	0,072	0,146	0,132	0,240	0,144
Частота шагов, ш/с	3,47	3,76	3,36	3,36	3,36	3,33	3,33	3,38	3,38	3,38	3,79	3,60	3,60	4,16	0,90	0,60			
КБА	0,80	0,82	0,89	1,08	1,00	0,69	0,69	0,48	0,48	0,48	0,90	0,90	0,90	0,60					
63,00 м	0,160	0,124	0,160	0,118	0,154	0,156	0,148	0,140	0,154	0,138	0,136	0,108	0,142	0,068	0,146	0,130	0,220	0,142	
Частота шагов, ш/с	3,52	3,60	3,23	3,47	3,42	3,47	3,47	3,42	3,42	3,42	4,09	3,62	3,62	4,55	0,89	0,65			
КБА	0,78	0,74	0,99	0,95	0,90	0,79	0,79	0,48	0,48	0,48	0,89	0,89	0,89	0,65					
63,81 м	0,168	0,128	0,156	0,124	0,160	0,144	0,150	0,146	0,158	0,138	0,134	0,110	0,148	0,064	0,144	0,126	0,228	0,144	
Частота шагов, ш/с	3,38	3,57	3,29	3,38	3,38	3,38	3,38	3,38	3,38	3,38	4,10	3,70	3,70	4,39	0,85	0,63			
КБА	0,80	0,79	0,90	0,97	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,82	0,85	0,85	0,63					
67,17 м	0,160	0,128	0,152	0,126	0,156	0,138	0,150	0,134	0,152	0,140	0,138	0,112	0,146	0,070	0,150	0,130	0,226	0,136	
Частота шагов, ш/с	3,47	3,60	3,40	3,52	3,42	3,42	3,42	3,42	3,42	3,42	4,00	3,57	3,57	4,42	0,87	0,60			
КБА	0,80	0,83	0,88	0,89	0,92	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,87	0,87	0,60					

Окончание таблицы 9.1

Среднее, 64,42 м	Правая нога, 7-й шаг		Левая нога, 8-й шаг		Правая нога, 9-й шаг		Левая нога, 10-й шаг		Правая нога, 11-й шаг		Левая нога, 12-й шаг		Правая нога, 13-й шаг		Левая нога, скрестный шаг		Правая нога, финальный шаг	
	Опора	Полет	Опора	Полет	Опора	Полет	Опора	Полет	Опора	Полет	Опора	Полет	Опора	Полет	Опора	Полет	Опора	Полет
Частота шагов, ш/с	0,162	0,125	0,154	0,124	0,156	0,144	0,148	0,140	0,154	0,140	0,141	0,112	0,147	0,067	0,147	0,128	0,228	0,142
КБА	3,49		3,60		3,35		3,47		3,40		3,95		4,66		3,64		4,38	
Частота шагов, ш/с	0,79		0,80		0,91		0,95		0,91		0,80		0,46		0,86		0,62	
КБА					0,165	0,132	0,155	0,122	0,158	0,122	0,149	0,102	0,146	0,072	0,149	0,149	0,211	0,149
Частота шагов, ш/с					3,37		3,61		3,57		3,98		4,59		3,36		4,74	
КБА					0,80		0,79		0,77		0,68		0,49		1,00		0,71	



а



б

**Рисунок 9.1. – Момент окончания опорного периода в двенадцатом (а) и четырнадцатом циклах (б) (третьем и пятом бросковых шагах)**

Композиционно здесь не происходит никаких сложных перестроений внешней структуры двигательного действия и построение более быстрой координации является главной задачей этого и последующего броскового шага. В четвертом бросковом шаге мы обнаруживаем еще большее сокращение времени периода полета, что аргументируется необходимостью быстрой постановки левой ноги на опору и снижения горизонтальной реакции опоры, направленной против движения метателя копья (рисунок 9.2). В связи с этим можно предположить, что более значительный угол постановки левой ноги в этом движении может способствовать сохранению как горизонтальной скорости перемещения спортсменки, так и вертикальной ориентации продольной оси туловища.



**Рисунок 9.2. – Момент постановки опорной ноги в «скрестном» шаге**

Дополнительные шаги с позиции теории построения двигательных координаций в рассматриваемом виде

легкоатлетических метаний несколько снижают эффективность подготовки моторного аппарата к реализации действий баллистического типа, однако их значительное влияние на повышение надежности реализации финального разгона заставило практически всех метателей копья отойти от более рациональных схем предварительных действий в пользу более устойчивого воспроизведения спортивного результата [2].

В общем оценивая особенности построения Т. Холодович циклических действий бегового и броскового характера, следует отметить высокое качество ее взаимодействия с опорой на протяжении всего цикла подготовительных действий. Начиная с седьмого шага, по своей конструкции относящегося к беговой координации, время опорных периодов постепенно сокращается, обнаруживая при этом определенную ритмическую систему в работе правой и левой ноги. Эта особенность, проявляющаяся в незначительном превышении времени опорного контакта правой ногой, косвенно свидетельствует о пролонгирующей и скорее всего бессознательной настройке спортсменки на специфическую функцию этой конечности в финальном разгоне. Кстати, подобная ритмика отмечается и в реализации соревновательного упражнения годичной давности. Весьма позитивен тот факт, что наличие этого силового компонента не приводит к увеличению продолжительности опорных взаимодействий по мере продвижения метателя к заключительному действию. Наоборот, наблюдается визуальное повышение активности опорных периодов, приводящее к их уменьшению, в отдельных случаях на 0,02 с (таблица 9.1).

Также следует обратить внимание на положительные изменения коэффициента беговой активности бросковых шагов, происшедшие в течение последнего года подготовки. К сожалению, экспериментальный материал представляет для этого незначительный объем информации, однако и он вполне убедительно свидетельствует о том, что спортсменка увеличила полезную активность взаимодействия с опорой, что отразилось на повышении качества соотношения полетных и опорных периодов. Данные таблицы 9.1 показывают, что прошлогодние величины КБА девятого-двенадцатого шагов в среднем на 0,1 уступают современным показателям, а в серийном исполнении отмечается высокая устойчивость этой характеристики.

Позитивные изменения произошли, на наш взгляд, и в кинематике скрестного шага спортсменки. Ряд показателей свидетельствуют, что по сравнению с прошлым годом постановка правой ноги на опору

ускорила примерно на 14 %. В общем это обеспечивает более эффективное использование количества движения, набранного в предварительном разгоне, так как двигательный аппарат нижних звеньев функционирует в новых условиях, в режиме повышенного использования энергии упругой деформации специфических мышечных групп. Ориентируясь на динамику изменений скрестного шага в годичном цикле, можно сделать вывод, что наблюдается тенденция превращения исследуемой структуры в большей степени в беговую. Анализ серийного исполнения этого элемента свидетельствует о наличии весьма прочной временной связи его активного и пассивного периодов, характеризующейся незначительной вариативностью КБА.

Рассматривая динамику опорных показателей финального разгона в аспекте кратко- и долгосрочных изменений, следует отметить, что серийное выполнение соревновательного упражнения характеризуется весьма незначительной их вариативностью, что свидетельствует о стабильной организации этого компонента биодинамической структуры. Максимальный показатель размаха в одноопорном периоде составляет 0,012 с, а в двухопорном – 0,010 с. По сравнению же с прошлым соревновательным сезоном наблюдается некоторое увеличение продолжительности одноопорного периода, что, возможно, объясняется более качественным формированием динамической осанки метателя перед постановкой левой ноги на опору. Подобный подход к общей организации заключительного движения в метании копья давно отмечен в практике соревновательной деятельности элитных спортсменов, так как вариативность этой фазы у разных метателей может достигать до 100 %. Но в целом Т. Ходонович следует отнести к той категории метателей копья, которая характеризуется быстрым исполнением одноопорной фазы [3].

Конструкция исходной позы спортсменки в момент начала одноопорного контакта в финальном разгоне, как показывает сравнительный анализ, не претерпела серьезных изменений (рисунок 9.3). Она по-прежнему характеризуется значительным углом наклона оси «правая стопа – правое плечо» влево от вертикали, хотя в современном исполнении мы наблюдаем его уменьшение с 28–30° до 21–23°. Это несколько снижает величину силы горизонтальной составляющей опорной реакции, направленной против движения системы «метатель-снаряд», но и аналогичным образом отражается на длине активного пути воздействия силы спортсменки на снаряд.



а



б

**Рисунок 9.3. – Момент начала одноопорного контакта в финальном разгоне: а) 2019 г., 64,60 м; б) 2020 г., 67,17 м**

Следует отметить рациональную организацию работы правого коленного сустава с момента первичного контакта ноги с опорой в финальном шаге. Спортсменка приземляется на слегка согнутую в коленном суставе правую ногу, угол составляет порядка  $163^\circ$ , что позволяет организовать противодействие инерционным силам за счет уступающей работы мышц, функционирующих в благоприятных биомеханических условиях. Далее следует последовательный перекал с пятки на всю стопу и дальнейшее сгибание ноги в коленном суставе, значительно уменьшающее ударные последствия первичного контакта. Необходимо заметить, что в современном исполнении фаза амортизации у спортсменки увеличилась примерно на  $0,020$  с, что скорее всего аргументируется возросшей скоростью разбега. Однако это не мешает ей в момент вертикали оставаться в высокой посадке, поскольку угол коленного сустава составляет  $147^\circ$  (рисунок 9.4). Это активное и контролируемое сгибание правой ноги в данной фазе, изменение угла в коленном суставе составляет около  $20^\circ$ , служит объективной предпосылкой быстрой (в течение  $0,126$  с) организации последующего двухопорного контакта метателя с поверхностью дорожки.

Двигательные действия в фазе отталкивания финального шага направлены за счет управляющих движений в тазобедренных суставах на быструю постановку левой ноги на опору и сохранение элементов динамической осанки туловища, плечевого пояса и метательной руки. Оценка характера действий спортсменки с момента постановки правой ноги на опору и до момента образования двухопорного контакта позволяет сделать вывод, что эта часть финального разгона представляет собой весьма устойчивую систему

двигательных действий, временные и пространственные параметры которой способствуют выполнению требуемых функций в заданных условиях. Об этом свидетельствует тождественность их величин, полученных в течение длительного срока наблюдения, а также визуальное восприятия конструкции поз (рисунок 9.5). Как и ранее, к недостаткам пространственного расположения двигательных звеньев в данный момент можно отнести только излишнее сгибание правой руки в локтевом суставе.



а



б

**Рисунок 9.4. – Момент прохождения вертикали ОЦМТ спортсменки в последнем шаге:  
а) 2019 г., 64,60 м; б) 2020 г., 67,17 м**



а



б

**Рисунок 9.5. – Момент организации двухопорного контакта в фазе финального разгона:  
а) 2019 г., 64,60 м; б) 2020 г., 67,17 м**

Последовательно выполнив «захват» снаряда и его «взятие на себя», спортсменка оказывается в позиции, представленной на рисунке 9.6. Заметно, что под действием инерции вышерасположенных

двигательных звеньев левая нога сгибается в коленном суставе до угла в  $153^\circ$ , но в целом взаиморасположение нижних двигательных звеньев практически не меняется. Этому также способствует и активное давление правой стопы на опору своей тыльной стороной. При этом следует обратить внимание, что в современной позиции продольная ось голени правой ноги составляет с опорой угол в  $13^\circ$ , а ранее было на четыре градуса больше (рисунок 9.6б). Это увеличивает силовое поле, ответственное за формирование элементов динамической осанки нижних звеньев и способствует удержанию продольной оси туловища в вертикальном положении. Последнее является базовой конструкцией для построения системы двигательных действий рывкового движения спортсменки. В броске на 67,17 м отклонение этой оси от вертикали составило  $17^\circ$ , в то время как при броске на 64,60 м эта величина равнялась  $21^\circ$ . Необходимо заметить, что эти, казалось бы, незначительные отличия рассматриваемого показателя играют важнейшую роль в организации рациональных биомеханических конструкций баллистических движений. Удержание вертикальной позиции туловища позитивно отражается на работе мышц передней и задней поверхности туловища, способствует быстрой остановке этого массивного биомеханического звена, создает условия для эффективного функционирования механизма последовательного разгона спортивного снаряда [4].



а



б

**Рисунок 9.6. – Момент начала «рывка»:  
а) 2019 г., 64,60 м; б) 2020 г., 67,17 м**

Финальный «рывок», начало которого совпадает с квазиостановкой левого плеча и поворотом спортсменки в сторону вылета снаряда, а окончание – с его вылетом, выполняется за

0,070 с (рисунок 9.7). В течение этого времени все суставы нижних конечностей выполняют функцию элементов динамической осанки, качество которой значительно повышается в результате полного разгибания левой ноги в коленном суставе. Подобная опорная конструкция левой ноги в конечной фазе финального разгона является одним из пространственных критериев рационального построения механизма последовательного разгона и торможения двигательных звеньев снизу вверх [4]. Удержание конечного угла постановки прямой левой ноги при выпуске снаряда в пределах  $57-60^\circ$  свидетельствует о высокой степени совершенства данного действия, свойственного элитным метателям копья.

Следует отметить еще одно позитивное изменение в пространственной конструкции финального разгона, связанное с уменьшением наклона продольной оси туловища в момент выпуска снаряда (рисунок 9.7б). В современной интерпретации снаряд покидает руку спортсменки при угле отклонения продольной оси туловища от вертикали в  $23-25^\circ$ , что примерно на  $5-7^\circ$  меньше, чем в прошлом году. Биомеханическая эффективность подобного перестроения работы туловища отражается как на качестве заключительного рывкового движения, так и построения траектории разгона спортивного снаряда в этот период. В первом случае быстрая остановка туловища приводит к меньшим потерям в передаче количества движения на дистальное звено основного биомеханизма финального разгона, а во втором – уменьшает стягивание снаряда с оптимальной траектории, что снижает вероятность силовых проявлений метателя, направленных под углом к продольной оси копья.



а



б

**Рисунок 9.7. – Момент выпуска снаряда:  
а) 2019 г., 64,60 м; б) 2020 г., 67,17 м**

С позиции пролонгированной специальной физической подготовки спортсменки следует обратить внимание на особенность взаимодействия кисти и предплечья метаемой руки в момент выпуска снаряда. На рисунке 9.8 отчетливо прослеживается совпадение продольных осей этих звеньев в заключительной фазе финального разгона. Следовательно, дистальное звено, в данном случае правой руки, в этот период функционирует как единое целое с предплечьем и его локальная двигательная задача состоит в увеличении радиуса механического плеча путем закрепления отмеченного положения сгибателями и разгибателями лучезапястного сустава. С этих позиций следует признать, что характер взаимодействия между предплечьем и кистью метаемой руки в финальной фазе разгона спортивного снаряда одной рукой в определенной мере тождественен закономерностям построения ударных движений, где также наблюдается закрепление отдельных звеньев ударяющего сегмента путем одновременного включения мышц-антагонистов и увеличения радиуса вращения [5]. Первичное образование упруго-жесткой связи рассматриваемых звеньев происходит, скорее всего, в момент окончания отведения снаряда. Далее по мере качественного преобразования частных двигательных задач соревновательного упражнения этот процесс формируется в соответствии с важнейшими двигательными установками финального разгона снаряда.



**Рисунок 9.8. – Взаиморасположение кисти и предплечья в момент выпуска снаряда, 2020 г., 67,17 м**

В методическом аспекте очень важно учитывать действие на этот сустав значительных инерционных сил, возникающих при реализации системы двигательных действий конечной фазы финального разгона. Недостаточный уровень специальной силовой подготовленности приводит к разгибанию кисти в данный момент, что негативно сказывается на управлении осевым снарядом.

**Заключение.** Качественный и количественный анализ системы двигательных действий соревновательного упражнения Т. Холодович, выполненный на основе рассмотрения соревновательных бросков 2019–2020 годов, позволяет сделать ряд частных выводов относительно как некоторых тенденций ее развития, так и современного состояния:

1. Долгосрочная динамика временных опорных показателей и коэффициента беговой активности свидетельствует о скоростном характере перестройки циклических движений как предварительного разбега, так и бросковых шагов. В целом это способствует установлению более гармоничной связи между предварительным и финальным разгоном посредством повышения частоты локомоторных действий.

2. Изучение вариативности различных временных и темпоритмовых показателей предварительного и финального разгона показало наличие стабильных структур взаимодействия основных двигательных звеньев, характеризующихся позитивным уровнем их параметров, сопоставимым с модельными характеристиками элитных метателей копья.

3. В настоящий период система двигательных действий соревновательного упражнения спортсменки обладает высокой устойчивостью к действию сбивающих факторов состязательного характера регионального масштаба. Объективной основой данного утверждения служит незначительный размах спортивных результатов в серии соревновательных попыток, внешне отражающий стабильное функционирование биодинамической системы в условиях соревновательной ситуации.

4. Современная динамика опорных показателей бросковых шагов свидетельствует о скоростной двигательной установке решения основной задачи соревновательного упражнения, что нацеливает метателя на более эффективное использование «даровых» сил (внешних и реактивных) и соответствует рациональным требованиям построения скоростных баллистических действий.

5. В определенной мере это аргументируется и характером одноопорного контакта спортсменки в финальном разгоне, в соответствии с которым ее можно отнести к группе метателей, быстро формирующих исходное положение для реализации активной фазы воздействия на снаряд.

6. Следует стабилизировать пространственные позитивные изменения в ориентации туловища в момент выпуска снаряда,

поскольку его быстрая остановка повышает мощность хлестообразного движения посредством совершенствования механизма последовательного разгона и торможения двигательных звеньев снизу вверх. Подобного же эффекта можно ожидать и от уменьшения угла амортизации левой ноги в двухопорной фазе финального разгона.

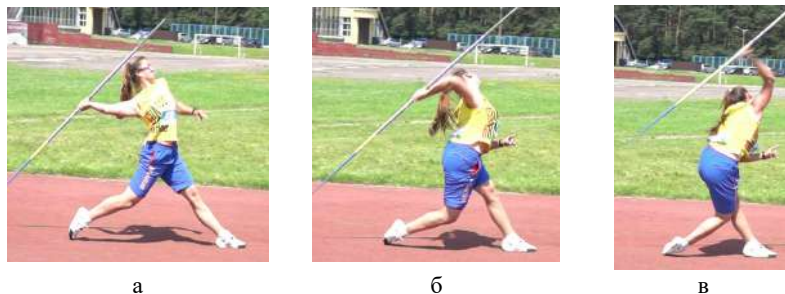
7. В качестве общей стратегии совершенствования системы движений соревновательного упражнения Т. Холодович можно признать сохранение принципиальных, в данном случае скоростных, основ ее построения и позитивную корректировку некоторых структурных отношений, положительно влияющих на коэффициент полезного действия специализированного двигательного навыка. Вполне очевидной при этом остается задача моторного обеспечения специализированных движений, решаемая в строгом соответствии с техническим преобразованием основного упражнения [6].

## **9.2 Карина Буткевич, МС**

В этом сезоне молодая спортсменка улучшила свое личное достижение в метании копья почти на 5 м. На неофициальных соревнованиях ей удалось преодолеть 57-метровый рубеж (57,86 м), а выступая на турнире по легкой атлетике на призы РЦОП, она метнула спортивный снаряд на 56,05 м. Метательница не обладает выдающимися ростовесовыми данными для этого вида легкой атлетике, однако владение рациональной техникой базовых элементов соревновательного упражнения позволяет ей уже в юном возрасте показывать достаточно высокие результаты. Тем более, что в метании копья внешние данные не всегда являются решающим фактором достижения сверхдальних полетов снаряда.

Какие же положительные моменты в технике метания копья К. Буткевич следует отметить и сохранить их в качестве основного конструктивного потенциала достижения высоких спортивных результатов. В настоящее время спортсменка использует полноразмерный предварительный разгон, состоящий из девяти беговых и семибросковых шагов. Эта часть метания копья выполняется метательницей очень динамично, на хорошей скорости, без видимых переходов от одного элемента к другому. Беговая осанка и построение соответствующих шагов свидетельствуют о серьезном отношении тренера и ученицы к качеству исполнения подготовительных действий. Они же косвенно отражают и достаточную специальную

двигательную подготовленность спортсменки, позволяющую исполнять целостное соревновательное упражнение на высокой скорости.



**Рисунок 9.9. – Основные позы спортсменки при реализации  
финального разгона:**

- а) момент начала двухопорного финального разгона;**
- б) момент начала «рывка»; в) момент выпуска снаряда**

Главным достоинством техники метания копья спортсменки следует считать рациональное построение основного биомеханизма активного финального разгона – последовательного разгона и торможения двигательных звеньев снизу вверх. Именно он на 80 % определяет тот уровень начальной скорости вылета снаряда, на который в настоящее время способен выйти метатель. На рисунке 9.9а представлен момент начала активной фазы финального разгона в метании копья. Он характеризуется качественной постановкой прямой левой ноги на опору, позволяющей очень быстро осуществить торможение нижних звеньев и таза. Этому же эффективно способствует и пространственное положение правой ноги, осуществляющей дополнительное тормозное усилие посредством давления передней части стопы на опору. На рисунке 9.9б мы видим, как спортсменка пытается сохранить эту функцию правой ноги за счет сильного сгибания в голеностопном суставе, увеличивая тем самым свое сцепление с поверхностью дорожки. Значимость этого двигательного действия метательница сохраняет до момента выпуска снаряда, дополнительно увеличив площадь контакта стопы с опорой (рисунок 9.9в). Таким образом, удерживая двухопорное положение в процессе всего финального разгона и эффективно используя пространственное расположение левой и правой ноги, спортсменке

удается организовать качественное двигательное действие туловища и верхней конечности, что в целом и способствовало достижению высокого спортивного результата. В работе верхних звеньев следует отметить должное сохранение вертикальной позиции продольной оси «голова-туловище», хороший захват снаряда и его практически оптимальное положение относительно горизонта. С позиции же модельных характеристик положение его продольной оси можно несколько изменить за счет опускания наконечника копья до уровня глаз спортсменки.



**Рисунок 9.10. – Момент начала одноопорной фазы финального разгона**

Существуют ли реальные варианты совершенствования отдельных элементов техники метания копья К. Буткевич? На наш взгляд, учитывая психофизические особенности спортсменки, реализация этого процесса возможна посредством увеличения угла постановки голени правой ноги в момент начала одноопорной фазы финального разгона (рисунок 9.10). В настоящее время он составляет порядка  $70^\circ$  относительно опоры, что вызывает достаточно значимую величину горизонтальной составляющей реакции опоры, направленной против движения метателя. Это в целом увеличивает продолжительность одноопорной фазы заключительного разгона, которая составляет у нее 0,228 с. Такой же примерно показатель характеризует аналогичное действие Т. Холодович, однако по своему росту и весу она значительно превосходит свою коллегу, которая должна, исходя из этих позиций, значительно быстрее выстраивать двухопорное положение. Примером данной позы здесь может быть мировой рекордсмен в метании копья – Я. Жедезны, который в рассматриваемый момент занимает практически вертикальную позицию относительно опоры. Увеличение длительности одноопорного положения метателя в финальном разгоне в целом

приводит к определенным потерям биопотенциальной энергии, возникающей при быстром растяжении мышечных и сухожильных структур. При этом следует отметить, что К. Буткевич характеризуется очень эффективным построением двухопорной фазы финального разгона, продолжительность которой у нее составляет 0,108 с. Этот показатель по своему количественному уровню соответствует времени реализации этой фазы лучшими представителями этого вида метаний.

### **9.3 Николай Климук, МС**

В этом сезоне броском на 79,70 м, который мы и рассмотрим в качестве примера его технической подготовленности, спортсмен установил свой личный рекорд. Визуальный качественный анализ свидетельствует, что в данном соревновательном упражнении метатель выстроил весьма позитивную систему технических действий, в которой удалось эффективное взаимодействие всех элементарных движений, определяющих достижение высокой скорости вылета в этом виде легкоатлетических метаний.

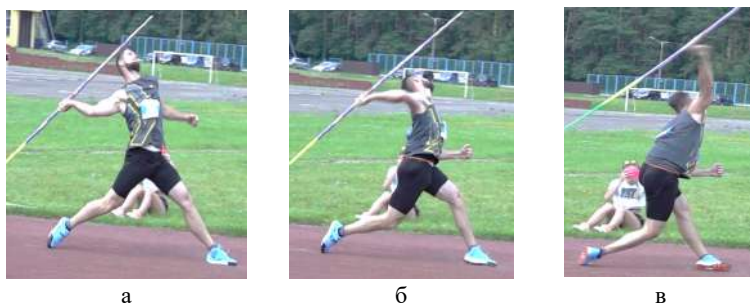


**Рисунок 9.12. – Момент начала одноопорной фазы финального разгона**

Общая схема соревновательного упражнения состоит из восьми беговых и шести бросковых шагов, которые выполняются на оптимальной скорости с ориентацией на сохранение качественной динамической осанки туловища и метающей руки. Выбор естественной для себя скорости обеспечил спортсмену в первой попытке биомеханически целесообразную позу для начала финального разгона снаряда (рисунок 9.12). Практически вертикальная ориентация продольной оси «голова-туловище» и правой ноги позволила ему в данный момент активно вывести

вперед двигательные звенья левой ноги, что обеспечило ее быструю постановку на опору. Длительность этого действия составила всего лишь 0,196 с. Сохранение вертикальной ориентации туловища и качественная организация его левой оси посредством приведения левой руки позволили эффективно запустить систему последовательного разгона и торможения двигательных звеньев снизу вверх (рисунок 9.13а).

Заметно, что под действием инерционных сил левая нога слегка сгибается в коленном суставе (рисунок 9.13б), однако спортсмену удается в этом момент удержать продольную ось «голова – туловище» в оптимальном положении, и данное отклонение существенным образом не повлияло на работу основного биомеханизма. Выпрямив ногу в заключительной стадии финального разгона (рисунок 9.13в), спортсмен усилил передачу количества движения на верхние звенья и снаряд, обеспечив тем самым достижение своего лучшего результата. Следует заметить, что в последующих попытках, увеличив интенсивность подготовительных действий, метатель не смог в должной мере повторить системного исполнения финального разгона в первой попытке. В связи с этим необходимо очень точно оценивать уровень предварительных действий, позволяющий оптимально выстраивать основной элемент соревновательного упражнения.



**Рисунок 9.13. – Основные позы спортсмена при реализации финального разгона:**

- а) момент начала двухопорного финального разгона;**  
**б) момент начала «рывка»; в) момент выпуска снаряда**

В целом следует отметить, что система движений, характеризующая техническую подготовленность Н. Климука, обладает комплексом качественных элементов, оптимальная

реализация которых позволит спортсмену достичь высоких и стабильных результатов. Ведущая двигательная установка при этом должна быть направлена на формирование основного механизма реализации финального разгона на реальной скорости подготовительных действий

#### 9.4 Алексей Котковец, МС

Следует отметить, что общая схема соревновательного упражнения спортсмена визуально воспринимается как хорошо согласованная система движений, характеризующаяся качественным построением отдельных технических элементов и современной ритмикой исполнения. Заметна нацеленность исполнителя на скоростное выполнение основной части упражнения, что, несомненно, отражается на характере построения бросковых шагов (таблица 9.2). В первую очередь на это указывают временные параметры опорного взаимодействия метателя с поверхностью дорожки. Так, например, продолжительность опоры в четвертом и скрестном шагах приближается к показателям бега с максимальной скоростью. Особенно следует выделить второй из них, поскольку от характера построения последнего в наибольшей мере зависит качество пространственной ориентации метателя в начале финального разгона.

Таблица 9.2. – Некоторые биомеханические характеристики бросковых шагов А. Котковца (79,00 м, 02.2019 г.)

Бросковые шаги	Время опоры, с	Время полета, с	Время шага, с	Частота шагов, ш/с	К. а.
Шестой	0,132	0,132	0,264	3,79	1,00
Пятый	0,141	0,109	0,250	4,00	0,77
Четвертый	0,126	0,102	0,228	4,39	0,81
Третий	0,135	0,072	0,207	4,83	0,53
Скрестный	0,123	0,178	0,301	3,33	1,45
Финальный, одноопорная фаза двухопорная фаза	0,211	0,135	0,346	2,89	0,64

*Примечание:* К. а. – коэффициент активности; время полета / время опоры.

Продолжительность полетных периодов свидетельствует о беговом построении бросковых шагов. Они характеризуются

доминированием горизонтального продвижения метателя, низкой траекторией ОЦМТ в безопорном положении и оптимальной длиной, на что указывает коэффициент беговой активности (таблица 9.2). В конечном итоге, это позволяет спортсмену выстроить прогрессивную схему изменения частоты беговых шагов, позволяющую в заключительной стадии выйти на очень высокий показатель в 4,83 ш/с. В дальнейшем в решающей фазе подготовки заключительных действий комплекс позитивных предварительных условий позволяет спортсмену сформировать рациональную позу для эффективной реализации финального разгона. Ее отличительной особенностью, как и у Т. Холодович, является значительный наклон оси «правая стопа-правое плечо» влево от вертикали (рисунок 9.14).



**Рисунок 9.14. – Момент постановки правой ноги в финальном шаге**



**Рисунок 9.15. – Момент прохождения ОЦМТ тела спортсмена площади опоры правой ноги в финальном шаге**

Высокая скорость предварительного разгона, приземление на почти прямую ногу, ее незначительное сгибание в амортизационной фазе обеспечивают метателю быстрое выведение проекции ОЦМТ на площадь опоры правой ноги, составляющее по времени

около 0,090 с (рисунок 9.15). Однако в этот момент спортсмену не удалось сформировать качественный элемент динамической осанки правого коленного сустава, что не позволило биомеханически целесообразно выстроить целостную систему двигательных звеньев «правая нога-туловище-правая рука». В связи с этим постановка левой ноги на опору происходит при значительном разгибании правой ноги, которая в подобной позиции не может обеспечить эффективного контакта с опорой в заключительной фазе броскового движения (рисунки 9.16, 9.17а).



а



б

**Рисунок 9.16. – Момент постановки левой ноги в финальном шаге:  
а) А. Котковец; б) Т. Холодович**



а



б

**Рисунок 9.17. – Момент полного контакта левой ноги  
в финальном шаге:  
а) А. Котковец; б) Т. Холодович**

Следует отметить, что, несмотря на указанные недостатки, качество постановки левой ноги в упор и контроля снаряда в

данной позиции в целом создают предпосылки для позитивного решения основной двигательной задачи. Однако это связано с преодолением целого ряда проблемных ситуаций, закономерно возникающих в результате сбоя технической программы. Уже в процессе «захвата» снаряда и его «взятия на себя» начинают проявляться последствия нарушения закономерности работы правой ноги в финальном шаге. Левая нога, даже при ее рациональной позе в момент постановки на опору, не выдерживает инерционного удара массы вышерасположенных двигательных звеньев, к которому подключаются также и массы звеньев правой ноги и таза (рисунок 9.18).



**Рисунок 9.18. – Момент «захвата» снаряда (а)  
и «взятия снаряда на себя» (б)**

В дальнейшем, и это заметно на рисунках 9.19 и 9.20, выстроенная биомеханическая конструкция уже не справляется с уровнем внешних для спортсмена сил и заключительный элемент финального разгона – «рывок» выполняется в одноопорном положении. Естественно, это значительно снижает эффективность соревновательной системы движений спортсмена и, на это стоит обратить особое внимание, создает реальные предпосылки для возникновения травм у метателя. Так, например, большая вероятность нарушения биологической целостности возникает в мышцах и связках коленного сустава левой ноги, плечевого и локтевого суставов правой руки.

Тем не менее, в рассмотренной соревновательной попытке спортсмен показал результат, достаточно близкий к своему личному рекорду. С одной стороны, это свидетельствует о большом потенциале психофизических возможностей молодого метателя копья, способного выполнить далекие броски со значительными отклонениями от

требований построения соревновательного упражнения, а с другой – о необходимости совершенствования ряда технических элементов в соответствии с рациональной программой их построения. И в первую очередь это касается координации перехода управляющего движения правого коленного сустава в элемент динамической осанки в одноопорной фазе финального шага. Разгибание ноги, которое мы наблюдали в рассматриваемой попытке, приводит к значительному снижению активности контакта правой стопы с опорой, поскольку основная масса вышерасположенных двигательных звеньев смещается вперед. Это, естественно, уменьшает давление правой ноги на опору и вызывает в дальнейшем ее скольжение и отрыв от поверхности дорожки.



а



б

**Рисунок 9.19. – Момент начала «рывка»:**

**а) А. Котковец; б) Т. Холодович**



а



б

**Рисунок 9.20. – Момент постановки левой ноги в финальном шаге:**

**а) А. Котковец; б) Т. Холодович**

Возможно также, что одной из причин нарушения данной координации является повышенный уровень скорости предварительного разгона, который лимитирует координационные возможности метателя при построении перехода с одного элемента на другой.

- 
1. Донской, Д. Д. Биомеханика : учеб. для ин-тов физ. культ. / Д. Д. Донской, В. М. Зацюрский. – М. : Физкультура и спорт, 1979. – 264 с.
  2. Карпеев, А. Г. Двигательная координация человека в спортивных упражнениях баллистического типа / А. Г. Карпеев. – Омск : СибГАФК, 1998. – 324 с.
  3. Лутковский, Е. М. Педагогические основы технической подготовки в легкоатлетических метаниях : автореф. дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.04 / Е. М. Лутковский. – СПб., 1996. – 63 с.
  4. Bartonietz, K. The throwing events at the World?! Championships in Athletics 1995, Göteborg – Technique of the world's best athletes. Part 2 : Discus and javelin throw / K. Bartonietz, R. J. Best, A. Borgström // *New Studies in Athletics*. – 1996. – № 1. – P. 19–44.
  5. Позюбанов, Э. П. Конструктивные особенности передачи усилия спортсмена на снаряд в финальном разгоне метания копья / Э. П. Позюбанов, В. В. Мехрикадзе, А. И. Терлюкевич // *Ученые записки БГУФК / Белорус. гос. ун-т физ. культуры*. – 2020. – Вып. 23. – С. 100–105.
  6. Верхошанский, Ю. В. Основы специальной физической подготовки спортсменов / Ю. В. Верхошанский. – М. : Физкультура и спорт, 1988. – 331 с.

## ГЛАВА 10

### МЕТАНИЕ ДИСКА

#### **10.1 Евгений Богущкий, МСМК, результат – 61,51 м. Виктор Трус, МСМК, результат – 64,45 м**

Анализ морфофункциональных предпосылок, уровня специальной физической подготовленности, динамики роста личных достижений, психологической нацеленности спортсменов свидетельствует о вполне реальной возможности их участия в предстоящих Олимпийских играх в Токио. Абсолютное решение этого вопроса обеспечивает выполнение квалификационного норматива, составляющего 66 м. Личные рекорды наших метателей, особенно Е. Богущкого, пока не позволяют напрямую отобраться в число участников главного старта сезона, однако при благоприятных соревновательных условиях достижение установленного норматива вполне реально. В связи с этим необходимо серьезно отнестись к выбору мест будущих соревнований, поскольку в метании диска огромную роль в достижении высоких результатов играют характеристики воздушного потока той местности, где они проводятся. С этой целью следует принять участие в трех-четырёх соревнованиях, места проведения которых характеризуются состоянием воздушного потока, создающего максимальные аэродинамические предпосылки для достижения требуемого результата. Естественно, что этому должна предшествовать серьезная предварительная работа по формированию соответствующего двигательного стереотипа.

Добраться в число участников олимпийских соревнований возможно и согласно рейтингу IAAF на момент окончания квалификационного периода. Реализация этой задачи предполагает, исходя из анализа выступлений сильнейших метателей диска, стабильную демонстрацию результатов в диапазоне 64–65 м на протяжении времени, отведенного для отбора участников Олимпийских игр.

В настоящем исследовании в большей мере рассматриваются качественные характеристики системы двигательных действий, определяющих технику метания диска сильнейших белорусских представителей этого вида легкоатлетических упражнений. Количественная информация используется для сопоставления определенных пространственных и временных параметров системы

двигательных действий как наших спортсменов, так и сильнейших метателей современности. Поскольку в данном соревновательном упражнении в каждый момент времени происходит поступательно-вращательное перемещение системы М-С, рассматривались только те взаимные положения звеньев тела относительно друг друга и поверхности круга, ориентация которых соответствовала  $90^\circ$  продольной оси объектива камеры.

Следует заметить, что в метании диска некоторые пространственные схемы движений, особенно на этапе предварительного разгона, характеризуются значительной индивидуальной вариативностью. Тем не менее любая из них на этой стадии построения специализированного двигательного действия призвана обеспечить оптимальную скорость перемещения системы М-С, а также рациональную биомеханическую позу для развертывания последующего финального разгона. На рисунке 10.1 представлен момент окончания предварительного замаха и начала стартового разгона. Заметно, что исходное положение спортсменов отличается только лишь положением левой ноги относительно обода круга. Оба спортсмена в начальной позиции ориентируют сагиттальную плоскость своего тела по диаметру круга, но Е. Богущкий отставляет левую стопу назад на 0,30–0,35 м, создавая тем самым условия как для упрощенного входа в поворот, так и, возможно, для соблюдения правил соревнований, обуславливающих условия контакта метателя с поверхностью металлического обода. Одной из возможных причин подобного расположения стоп метателя на старте также может служить недостаточная подвижность тазобедренных суставов.



а



б

**Рисунок 10.1. – Момент окончания предварительного замаха:  
а) Е. Богущкий; б) В. Трус**

В целом данная конструкция промежуточной позы (динамической осанки) способствует созданию позитивных условий для реализации системы двигательных действий предварительного разгона. Оба спортсмена занимают устойчивое положение на правой ноге, создавая дополнительную опору взаимодействием носка левой стопы с поверхностью круга. Некоторое отличие наблюдается только в углах сгибания коленных суставов правой и левой ноги, что позволяет Е. Богуцкому в большей мере использовать вес тела для формирования последующих рабочих движений входа в поворот. Следует заметить, что у обоих метателей в этот момент пятка левой ноги ориентирована в направлении вылета снаряда, что создает позитивные предпосылки для предварительного натяжения приводящих мышц правого и левого бедра, способствуя тем самым оптимальному формированию начальной стадии следующего технического элемента.



а



б

**Рисунок 10.2. – Момент начала вращения левой стопы  
в первом двухопорном периоде:  
а) Е. Богуцкий; б) В. Трус**

Рисунок 10.2 отражает момент начала активного действия левой ноги, формирующего условия для разворачивания системы движений входа в поворот. Объективные характеристики данной позы свидетельствуют о значительной тождественности построения двигательных конструкций. Наклон вертикальной оси «стопа-голова» влево отличается у метателей всего лишь на  $5^\circ$ , составляя у Е. Богуцкого  $8^\circ$ , а у его коллеги –  $3^\circ$ , угол коленного сустава левой ноги у обоих спортсменом практически идентичен –  $98^\circ$  и  $101^\circ$ . Следует обратить внимание на ориентацию плечевого пояса и правой руки

с диском относительно фронтальной плоскости таза спортсменов и бедра левой ноги. В рассматриваемой позиции наблюдается сохранение предварительного натяжения мышц туловища, плечевого пояса и рук, отвечающее требованиям построения данного технического элемента и начато формирование двигательной базы для развертывания системы движений входа в поворот. Заметно, что В. Трус более активно производит вращение левой стопой, что способствует нарастанию натяжения специфических мышц нижних конечностей и тем самым рабочего напряжения всей двигательной системы.



а



б

**Рисунок 10.3. – Момент начала первого одноопорного периода:  
а) Е. Богущкий; б) В. Трус**

В момент окончания первого двухопорного периода начинают проявляться отличительные признаки построения первой одноопорной фазы обоими метателями диска (рисунок 10.3). За время перехода в следующую граничную позу Е. Богущкий изменил ориентацию продольной вертикальной оси на  $8^\circ$  вправо, создав тем самым значительный опрокидывающий момент сил, направленный к центру круга. Основная причина подобного явления состояла в активном движении туловища вправо, поскольку ось вращения «левая стопа-левое бедро» в данный момент времени характеризуется у метателей одинаковым углом наклона вправо –  $15^\circ$ . Следовательно, заключительная часть двухопорного вращения проходила в условиях, требующих дополнительного регулирования пространственного положения для сохранения необходимой устойчивости системы М-С. В качестве одной из причин подобного явления возможно рассматривать незаконченный переход спортсмена с правой ноги

на левую, вызванный ее излишней жесткостью в результате поспешного решения быстрее начать на ней вращательное движение.

В. Трус, в течение рассматриваемого периода, сумел сохранить исходное положение продольной оси «голова – левая стопа» ( $3^\circ$ ), создав оптимальные условия для должной работы правой ноги в организации последующего махового движения. Визуально заметно активное сгибание правого бедра в направлении, противоположном выпуску снаряда.

Анализ дальнейших 11 позиций происходил на основе временной последовательности развертывания двигательных действий, определяющих характер первого одноопорного периода стартового разгона. Избранный интервал (0,040 с) позволил визуально отметить формальные изменения двигательной конструкции и количественно оценить характер системных движений.



а



б

**Рисунок 10.4. – Момент первого одноопорного периода  
(0,040 с от начала):**

**а) Е. Богуцкий; б) В. Трус**

Начало одноопорного вращения Е. Богуцкого характеризуется продолжением последовательного отклонения продольной оси тела вправо (рисунок 10.4). За истекшие 0,040 с оно увеличилось на три градуса и этому, на наш взгляд, также способствовала ориентация плечевого пояса и рук метателя относительно поверхности круга. Заметно, что левая кисть в данный момент у него находится примерно на середине туловища, в то время как правая с диском поднята над правым плечом. Вертикальная ось В. Труса также начала постепенно отклоняться вправо ( $1^\circ$ ), однако проекция ОЦМТ метателя, за счет компенсаторных движений в тазобедренных суставах, продолжает оставаться ближе к точке вращения на опоре.

Особое внимание на рисунке 10.4 следует обратить на взаимное расположение бедер метателей, поскольку в данный момент оно характеризует способ организации вращения спортсменов на левой ноге. Визуальный анализ показывает, что в этой позиции В. Трус имеет определенное преимущество, так как более эффективно формирует маховое движение правой ноги, направленное по отношению к нему вперед-вверх. Внешне это проявляется в значительном угле разведения правого и левого бедра. Движение же правого колена Е. Богуцкого в большей мере направлено к колену левой ноги, что снижает эффективность организации вращательного движения. «Дело в том, что основной причиной, которая заставляет метателя повернуться, является вращающий момент, создаваемый толчком и рывком правой ноги. Метатель должен сначала вынести согнутую в коленном суставе ногу вверх-вперед, а затем уже сверху быстро повернуть ее влево и зафиксировать в этом положении, в котором она оказалась. Однако спортсмен должен совершенно ясно себе представлять, что это поворотное движение правого бедра происходит в тот момент, когда метатель еще плотно стоит на левой ноге. Фиксирование правой ноги в согнутом положении также увеличивает собранность тела» [1].



а



б

**Рисунок 10.5. – Момент первого одноопорного периода  
(0,080 с от начала):  
а) Е. Богуцкий; б) В. Трус**

В течение последующих примерно 0,20 с (рисунки 10.5–10.9) метатели последовательно проходят ряд промежуточных позиций, характеризующих вход в поворот и его начало в метании диска. За это время наклон вертикальной оси Е. Богуцкого вправо увеличился еще на 10° и составил 15°, причем значительный вклад в этот процесс

внесло изменение положения туловища относительно вертикали. На рисунке 10.9 заметно, что продольная ось его туловища наклонена в сторону движения практически под углом  $45^\circ$ , в то время как соответствующий показатель В. Труса не превышает  $10^\circ$ . Последний для повышения общей устойчивости двигательной системы значительно сгибает ногу в левом коленном суставе, ориентируя ее голень под углом в  $59^\circ$  по отношению к поверхности круга. Здесь же прослеживаются и последствия его позитивных действий, характерных для начальной фазы одноопорного вращения: бедро правой ноги занимает высокое положение и способствует созданию вращательного момента системы М-С.



а



б

**Рисунок 10.6. – Момент первого одноопорного периода  
(0,120 с от начала):**

**а) Е. Богуцкий; б) В. Трус**



а



б

**Рисунок 10.7. – Момент первого одноопорного периода  
(0,160 с от начала):**

**а) Е. Богуцкий; б) В. Трус**



а



б

**Рисунок 10.8. – Момент первого одноопорного периода  
(0,200 с от начала):  
а) Е. Богущкий; б) В. Трус**



а



б

**Рисунок 10.9. – Момент первого одноопорного периода  
(0,240 с от начала):  
а) Е. Богущкий; б) В. Трус**



а



б

**Рисунок 10.10. – Момент первого одноопорного периода  
(0,280 с от начала):  
а) Е. Богущкий; б) В. Трус**



а



б

**Рисунок 10.11. – Момент первого одноопорного периода  
(0,320 с от начала):  
а) Е. Богуцкий; б) В. Трус**



а



б

**Рисунок 10.12. – Момент первого одноопорного периода  
(0,360 с от начала):  
а) Е. Богуцкий; б) В. Трус**

Неудачное построение маха правой ногой в начале рассматриваемого элемента, а затем и в направлении выпуска снаряда еще более усиливает наклон продольной оси туловища Е. Богуцкого (рисунки 10.10–10.12). В момент, представленный на рисунке 10.12, угол ее наклона составляет уже  $28^\circ$  вправо и это в сочетании с увеличением угла отклонения туловища от вертикали создает значительные неудобства спортсмену в организации махового движения правой ногой в требуемом направлении. В отличие от В. Труса, стопа маховой ноги которого уже преодолела нижнюю точку и движется вперед-вверх, он отстает в развитии

этого двигательного действия, формирующегося в большей мере под влиянием собственных силовых возможностей, а не энергии предварительно напряженных специфических мышечных групп.



а



б

**Рисунок 10.13. – Момент первого одноопорного периода  
(0,400 с от начала):  
а) Е. Богуцкий; б) В. Трус**



а



б

**Рисунок 10.14. – Момент первого одноопорного периода  
(0,440 с от начала):  
а) Е. Богуцкий; б) В. Трус**

В течение последующих 0,080 с происходит акцентированное прямолинейное перемещение системы М-С к центру круга (рисунки 10.13–10.14). Его обеспечивают маховое движение правой ногой вперед-вверх и отталкивание левой ногой. Однако продольное перемещение Е. Богуцкого в значительной мере форсируется дополнительным моментом силы, возникающим вследствие сильного наклона туловища вперед. Следует отметить, что величина

этого наклона составляет у него порядка  $30^\circ$  от вертикали, тогда как соответствующий показатель В. Труса – только лишь  $9^\circ$ .

Характер работы левой ноги спортсменов в данный период времени свидетельствует о том, что у Е. Богуцкого ее управляющие возможности сохранились лишь на уровне тыльного сгибания голеностопного сустава. В коленном суставе нога практически выпрямлена ( $169^\circ$ ) и в силу этого в большей мере играет роль достаточно жесткого стержня, определяющего особенности использования веса тела в продольном перемещении метателя. Подобное построение заключительной части первого одноопорного периода у рассматриваемого спортсмена позволяет сделать вывод о том, что в данной фазе движения его левая нога функционирует в качестве вспомогательного управляющего движения и в совокупности с верхними двигательными звеньями создает пассивную конструкцию для разгона системы М-С. К главному управляющему движению в данный момент времени мы можем отнести только активное сгибание правой ноги в тазобедренном суставе, которое несколько лимитировано значительным наклоном туловища вперед.

В. Трус формирует соответствующий элемент одноопорного периода с активным использованием левой ноги. В исходной позиции угол между бедром и голенью левой ноги у него составляет  $138^\circ$  (рисунок 10.13) и это посредством разгибания коленного сустава в дальнейшем создает возможность активизировать продольное перемещение ОЦМТ в требуемом направлении. Причем исходная конструкция позволяет выполнить это под оптимальным углом отталкивания от опоры. Таким образом, на заключительной стадии первого одноопорного периода у рассматриваемого метателя функционируют два основных управляющих движения: разгибание в коленном суставе левой ноги и сгибание бедра правой ноги. Туловище, плечевой пояс и руки в это время играют роль динамической осанки, поскольку в силу требований дальнейшего построения двигательных действий должны сохранять устойчивую пространственную конфигурацию.

На рисунке 10.15 представлен момент начала первого безопорного периода, основная задача которого – сохранить набранную скорость перемещения системы М-С, а также выстроить двигательную конструкцию, создающую оптимальные условия для начала финального разгона. Количественные показатели пространственного положения основных двигательных звеньев метателей свидетельствуют, что проявившиеся в предыдущем

элементе индивидуальные особенности построения входа в поворот даже визуально отразились на их позе в момент начала безопорного движения. Так, например, заметен более выраженный наклон продольной оси «левая стопа – голова» Е. Богуцкого в сторону выпуска снаряда ( $25^\circ$ ), причем основной вклад в это восприятие вносит значительный наклон туловища вперед. Формальная поза В. Труса, несмотря на незначительное количественное отличие ( $20^\circ$ ), выглядит более устойчивой благодаря практически вертикальному положению туловища. В целом это создает возможность для создания более выраженного обгона снаряда, который проявляется в относительном положении снаряда на кадре в одноименный момент.



а



б

**Рисунок 10.15. – Момент начала первого безопорного периода:  
а) Е. Богуцкий; б) В. Трус**

Важным следствием предыдущих движений, создающих позитивные условия для реализации безопорной фазы, является характер работы левой ноги при окончании отталкивания. Здесь опять мы наблюдаем определенное преимущество В. Труса, поскольку угол коленного сустава в данный момент у него составляет порядка  $148^\circ$  и это создает благоприятные условия для начала последующих конструктивных движений в тазобедренных суставах. Аналогичный показатель его коллеги на пятнадцать градусов больше, что биомеханически менее выгодно для последующего сгибания левой ноги в тазобедренном и коленном суставах.

В безопорной позиции заметно, что предпочтительные условия ее организации позволяют В. Трусу занимать более «собранный» позицию своих двигательных звеньев по отношению к пролонгированной оси «голова-туловище» (рисунок 10.16).

В конечном итоге это уменьшает момент инерции системы М-С и позволяет ей вращаться с большей угловой скоростью.



а



б

**Рисунок 10.16. – Момент первого безопорного периода:  
а) Е. Богуцкий; б) В. Трус**



а



б

**Рисунок 10.17. – Момент начала второго одноопорного периода:  
а) Е. Богуцкий; б) В. Трус**

Начало финального разгона метатели начинают с позиции, отраженной на рисунке 10.17. Во второй половине безопорного периода Е. Богуцкому удалось несколько подкорректировать ориентацию вертикальной оси системы М-С и в момент постановки правой ноги на опору практически выйти на показатели своего коллеги: ее наклон влево у него составляет  $18^\circ$ , а у В. Труса –  $15^\circ$ . Однако активное использование массы туловища в организации продольно-вращательного движения метателя в предыдущем элементе заставляет метателя начать финальный разгон снаряда при практически параллельном расположении продольных осей таза и плечевого пояса,

что значительно снижает возможности использования силового потенциала мышц туловища. Отсутствие должного обгона нижними звеньями верхних приводит также и к уменьшению длины пути разгона снаряда в главном элементе всей системы метания диска. Однако здесь следует отметить, что пространственная позиция правой стопы при ее постановке на опору создает спортсмену позитивные предпосылки для быстрой активизации мышц ноги и организации оптимальной системы последовательного разгона и торможения рабочих звеньев.

Соответствующее расположение правой стопы В. Труса менее выгодно, поскольку требуется ее дополнительный поворот для начала построения должной двигательной конструкции финального разгона. Однако ее качественное вращение во втором одноопорном периоде позволяет практически устранить этот пространственный недостаток постановки и без значительных потерь времени организовать двухопорный контакт. Конструктивное же преимущество рассматриваемого спортсмена состоит в том, что в момент постановки правой ноги на опору у него наблюдается оптимальный угол (обгона, скручивания) между продольными осями таза и плеч. Это свидетельствует о значительном натяжении специфических мышечных групп таза, туловища, плеч и руки и накопленной в них энергии упругой деформации.

С точки зрения биомеханических предпосылок, особое внимание необходимо обратить на положение снаряда в данной системообразующей позиции. Следует отметить, что здесь наблюдается видимое пространственное преимущество В. Труса в достижении более значительного пути воздействия силы метателя на снаряд. В угловом эквиваленте его реальное превосходство достигает практически  $90^\circ$ , поскольку диск Е. Богущкого в данный момент уже ориентирован в направлении выпуска снаряда.

На рисунках 10.18–10.20 дискретно представлен процесс второго одноопорного периода, несущего основную функцию по подготовке активной части финального разгона. В течение реализации данного технического элемента В. Трус сохраняет пространственную композицию двигательной системы М-С и в момент организации двухопорной фазы финального разгона занимает рациональную позу, свойственную высококвалифицированным метателям диска. Е. Богущкому удастся в течение этого периода создать определенный обгон верхних звеньев нижними, но его угловая величина невелика и реализация двухопорной фазы начинается из достаточно открытого положения (рисунок 10.21).



а



б

**Рисунок 10.18. – Момент второго одноопорного периода  
(0,040 с от начала):  
а) Е. Богуцкий; б) В. Трус**



а



б

**Рисунок 10.19. – Момент второго одноопорного периода  
(0,080 с от начала):  
а) Е. Богуцкий; б) В. Трус**



а



б

**Рисунок 10.20. – Момент второго одноопорного периода  
(0,120 с от начала):  
а) Е. Богуцкий; б) В. Трус**



а



б

**Рисунок 10.21. – Момент начала второго двухопорного периода:  
а) Е. Богущкий; б) В. Трус**

В начале второго двухопорного периода В. Трус занимает очень выгодное формальное исходное положение (рисунок 10.21). В данный момент вес его тела практически полностью располагается на правой ноге, что позволяет осуществить постановку левой ноги на опору при оптимальном угле между голенью и стопой. Тупой угол между ними позволяет мышцам голеностопного сустава развивать более значительное усилие при уступающем режиме работы, противодействующее перемещению массы метателя вперед и тем самым формировать более качественную остановку нижних двигательных звеньев. Наклон голени левой стопы составляет в данной позиции  $41^\circ$ , а наклон оси «левая стопа-левый тазобедренный сустав» –  $26^\circ$ . При этом следует обратить внимание на «закрытое» положение туловища, чему в должное мере способствуют незначительный поворот головы влево и ориентация левой руки, согнутой под прямым углом в локтевом суставе и отведенной от туловища до уровня плеч.

Е. Богущкий начинает активный разгон снаряда при более загруженной левой ноге и угол ее голеностопного сустава в данный момент составляет порядка  $90^\circ$ . В целом это менее выгодная позиция для формирования в дальнейшем системы последовательного торможения двигательных звеньев снизу-вверх. Наклон голени левой стопы составляет в данной позиции  $33^\circ$ , а наклон оси «левая стопа – левый тазобедренный сустав» –  $24^\circ$ .

Качественный анализ последующих двигательных действий второго двухопорного периода показывает, что Е. Богущкому в большей мере удалось сформировать механизм передачи количества движения с нижних звеньев на верхние (рисунки 10.22–10.26).

Формально об этом можно судить, рассматривая положение продольной оси левой голени относительно поверхности опоры. Заметно, что только на рисунке 10.22 коленный сустав левой ноги выходит несколько вперед по отношению к голеностопному, то есть голень наклонена вправо по отношению к вертикали. На следующем рисунке она занимает уже практически вертикальное положение, переходящее в левое отклонение на всех остальных кадрах. Таким образом, только в первоначальной позе остановка тазобедренного сустава, реализация механизма последовательного торможения осуществляются с максимальным использованием собственно силовых способностей метателя. В дальнейших позициях для решения этой задачи спортсмен успешно использует пространственную конструкцию двигательных звеньев, позволяющую механически повысить эффективность этого процесса.



а



б

**Рисунок 10.22. – Момент второго двухопорного периода:  
а) Е. Богуцкий; б) В. Трус**



а



б

**Рисунок 10.23. – Момент второго двухопорного периода:  
а) Е. Богуцкий; б) В. Трус**



а



б

**Рисунок 10.24. – Момент второго двухопорного периода:  
а) Е. Богущкий; б) В. Трус**



а



б

**Рисунок 10.25. – Момент второго двухопорного периода:  
а) Е. Богущкий; б) В. Трус**



а



б

**Рисунок 10.26. – Момент выпуска снаряда:  
а) Е. Богущкий; б) В. Трус**

В. Трусу, к сожалению, в данный период не удастся качественно выстроить процесс остановки левого тазобедренного сустава. Его движение вперед наблюдается на рисунках 10.22–10.24, на которых заметно значительное сгибание левой ноги в коленном суставе и проецирование его передней поверхности за голеностопный сустав. Все это отражается на формировании процесса последовательного торможения двигательных звеньев снизу вверх, а значительное смещение ОЦМТ спортсмена вперед приводит даже к отрыву правой ноги от опоры (рисунок 10.25). Ранний отрыв ноги от опоры увеличивает вращающий момент, перемещающий спортсмена вперед и вносит негативные помехи в управление снаряда метателем.

Таблица 10.1. – Временные характеристики отдельных элементов техники метания диска (2019 г.)

Характеристики	Е. Богуцкий, 61,51 м	В. Трус, 62,51 м	Л. Вейсхадингер, 67,22 м
Время первого двухопорного периода, с	0,674	0,508	0,648
Время первого одноопорного периода, с	0,526	0,490	0,449
Время первого безопорного периода, с	0,108	0,080	0,109
Время предварительного разгона, с	1,308	1,078	1,206
Время второго одноопорного периода, с	0,180	0,250	0,168
Время второго двухопорного периода, с	0,144	0,120	0,182
Время третьего одноопорного периода, с	0,042	0,088	
Время второго безопорного периода, с	–	0,044	
Время активного финального разгона, с	0,186	0,252	0,182
Общее время упражнения, с	1,494	1,330	1,288

**Закключение.** В таблице 10.1 приведены временные показатели основных элементов техники метания диска белорусскими спортсменами и бронзовым призером чемпионата мира в Дохе (2019 г.) Л. Вейсхадингером. Анализ показывает, что наибольшую активность при реализации двигательных действий стартового

разгона демонстрирует В. Трус, особенно во время исполнения первого двухопорного периода. Возможно, это положительно отразилось и на построении последующих технических элементов, поскольку длительность первой безопорной фазы у него также меньше, чем у его коллег. Сравнение индивидуальных показателей предварительного разгона демонстрирует, что наименьшая вариативность характерна для времени безопорного периода, так как увеличение длительности этого технического элемента приводит в конечном итоге к определенному снижению скорости движения ОЦМТ метателя. Остальные характеристики варьируют в значительно большей степени, что свидетельствует о их конструктивной функции в данный период времени.

В основной фазе разгона снаряда структура и величина рассматриваемых показателей достаточно обоснованно демонстрируют техническое преимущество элитного метателя диска. Главное, на наш взгляд, позитивное отличие заключается в реализации активной части финального разгона полностью в двухопорном положении, на которую он затрачивает всего лишь 0,182 с. Е. Богущкий по времени исполнения этого элемента весьма близок к призеру чемпионата мира, но заключительные 0,044 с он воздействует на снаряд в безопорном положении. В теории построения техники метания диска подобные действия метателя часто преподносятся как один из вариантов вполне приемлемого решения двигательной задачи, однако следует признать, что только полный контакт спортсмена с опорой обеспечивает ему рациональную передачу финального усилия на снаряд.

Менее всего находится в двухопорном положении В. Трус – 0,120 с. В течение последующих 0,088 с контакт с опорой осуществляется только левой ногой, а затем воздействие на снаряд в течение 0,044 с продолжается в безопорном положении. Выше мы уже озвучили механические причины раннего появления одноопорного контакта у нашего метателя. Рассмотрим некоторые качественные особенности формирования данного технического элемента, во многом определяемые индивидуальными свойствами и подготовленностью метателя. В. Трус – спортсмен высокого роста, обладающий хорошей подвижностью многих двигательных звеньев. На рисунках 10.21 и 10.27 заметно, что в момент образования двухопорного контакта он занимает наиболее закрытое положение по сравнению с другими метателями диска (рисунки 10.27–10.29). С биомеханической точки зрения это создает значительные

предпосылки для эффективного воздействия силы спортсмена на снаряд, однако такая пространственная конструкция требует адекватного моторного обеспечения для формирования рациональной системы двигательных действий. Дефицит последнего, а возможно и отсутствие должного представления о характере построения данной системы движений, заставляет спортсмена пассивно за счет сгибания левой ноги перейти в положение, представленное на рисунке 10.24. Новая пространственная композиция звеньев левой ноги снижает эффективность использования механизма передачи количества движения с нижних звеньев на верхние, хотя исходная позиция метателя вполне соответствовала установленным требованиям. Таким образом, возникает противоречие между способностью качественного формирования исходной позы для финального разгона и неумением в должной мере реализовать ее биомеханические преимущества. Следовательно, для позитивного решения этой задачи возможны два варианта совершенствования двигательной координации. Первый, более простой, предполагает переход на более открытую позицию метателя в начале второго двухопорного периода. Второй – уточнение двигательных представлений о характере движений, особенно левой ноги, в начале двухопорного финального разгона и сопряженное повышение двигательного потенциала специфических мышечных групп.



а



б

**Рисунок 10.27. – Момент начала двухопорной фазы финального разгона:  
а) В. Трус; б) А. Гудзиус, 67,10 м**



**Рисунок 10.28. – Момент начала двухопорной фазы  
финального разгона Л. Вейсхадингера, 67,22 м**



**Рисунок 10.29. – Момент начала двухопорной фазы  
финального разгона А. Гудзиус – 67,10 м**

---

1. Тутевич, В. Н. Метание диска / В. Н. Тутевич. – М. : Физкультура и спорт, 1958. – 221 с.

## ГЛАВА 11

### МЕТАНИЕ МОЛОТА

#### 11.1 Иван Тихон, ЗМС

Более двадцати лет И. Тихон успешно выступает на соревнованиях самого высокого уровня. Одним из важнейших факторов, определившим эту долгую спортивную карьеру спортсмена, следует признать высокое качество его технической подготовленности, обеспечившее ему как достижение максимальных результатов для этого вида легкой атлетики, так и стабильность их демонстрации в условиях высокой конкуренции международной соревновательной деятельности. С этих позиций профессиональный интерес вызывает общая системно-структурная организация соревновательного упражнения в исполнении нашего выдающегося представителя легкоатлетических метаний.

В целом система движений соревновательного упражнения И. Тихона состоит из двух предварительных размахиваний, четырех поворотов и финального разгона. Общее время выполнения четырех поворотов и финального разгона составляет у спортсмена 2,81 с (таблица 11.1). В данном случае следует заметить, что в зависимости от выбора момента начала первого поворота этот показатель может значительно варьировать. Проблема здесь в том, что предварительные вращения и первый поворот выполняются в двухопорном положении и визуально очень сложно провести границу между этими элементами. В нашем исследовании моментом начала двухопорной фазы первого поворота было выбрано положение метателя, при котором шар снаряда находится напротив его правой стопы (рисунок 11.1).



**Рисунок 11.1. – Пози метателя, определяющая момент начала двухопорного разгона в первом повороте**

Динамика времени как отдельных поворотов, так и их элементов свидетельствует о последовательном сокращении этого показателя при выполнении как крупных системных блоков, так и их важнейших составляющих (таблица 11.1). Заметно, что в первом повороте, относительная длительность которого составляет 34,5%, двигательная задача концентрируется не только на увеличении скорости движения системы, но и на создании оптимальных предпосылок для активного разгона снаряда в дальнейших двигательных действиях [1]. Переход с первого на второй поворот характеризуется наибольшим временным перепадом – 12,1 %. Это свидетельствует о том, что в данный промежуток времени происходит определенное изменение частной двигательной задачи. В течение трех последующих поворотов метатель последовательно и, самое главное, ритмично разгоняет систему «метатель – снаряд». Заметно, что в большей мере это происходит посредством сокращения времени его двухопорных положений. Так, например, разница формирования двухопорного контакта между третьим и вторым поворотами составляет 3,6 %, а тот же показатель одноопорных фаз не превышает 0,7 %. Аналогичные величины, характеризующие различия между третьим и четвертым поворотами, составляют соответственно 1,7 и 0,7 %.

Таблица 11.1. – Продолжительность выполнения отдельных элементов техники метания молота (75,32 м)

Элементы	Первый поворот		Второй поворот		Третий поворот		Четвертый поворот		Финальный разгон
	2-я	1-я	2-я	1-я	2-я	1-я	2-я	1-я	
Фазы опоры	2-я	1-я	2-я	1-я	2-я	1-я	2-я	1-я	
Время, с	0,69	0,28	0,41	0,22	0,31	0,20	0,26	0,18	0,26 $\Sigma= 2,81$
В %	24,5	10,0	14,6	7,8	11,0	7,1	9,3	6,4	9,3
В %	34,5		22,4		18,1		15,7		9,3

*Примечание:* 2-я – двухопорная, 1-я – одноопорная.

В предварительном размахивании И. Тихон использует усложненную форму разгона снаряда, где к работе рук и плечевого пояса в определенной мере подключается движение нижних конечностей, несколько увеличивающее путь движения снаряда. С этой целью в исходном положении он ставит носок повернутой вправо левой ноги вплотную к металлическому ободу на линию диаметра круга, а правую отставляет в сторону примерно на ширину плеч (рисунок 11.2).



**Рисунок 11.2. – Исходное положение метателя перед началом предварительных размахований**

В этой позиции он выполняет первое размахивание молота, а во втором, при движении молота из-за спины вперед синхронно выполняет шаг правой ногой к ограничительному ободу. Данная двигательная вставка несколько усложняет структуру двигательного действия, однако придает ей определенный динамизм и способствует дополнительному натяжению мышц туловища.

На рисунке 11.3 заметно, что в двухопорной фазе первого поворота продольная ось снаряда образует определенный угол с воображаемой линией, соединяющей голову и руки спортсмена. В данном случае его величина составляет  $147^\circ$ . Объективная причина его появления состоит в том, что при входе в первый поворот продолжается, как и в размахиваниях, более активная работа мышц рук, компенсирующая деятельность нижних конечностей, в большей мере выполняющих до этого момента функцию элементов динамической осанки.



**Рисунок 11.3. – Момент начала вращения левой стопы в первом повороте**

Начало одноопорного вращения в первом повороте, выполняемом на передней части стопы левой ноги, характеризуется незначительной скоростью вращения всей двигательной системы. В данный момент это позволяет метателю удерживать продольную ось туловища (носок левой стопы-голова) достаточно близко к вертикали. Отклонение составляет  $16^\circ$  при сильном наклоне туловища вперед ( $24^\circ$ ). Руки и молот при этом практически параллельны опоре. Необходимая стабилизация левой оси, вокруг которой происходит вращение метателя, характеризуется следующими параметрами: голеностопный сустав –  $91^\circ$ , коленный сустав –  $124^\circ$ , тазобедренный сустав –  $110^\circ$ , туловище – руки, молот –  $120^\circ$  (рисунок 11.4). В высшей точке движения молота фронтальное отклонение оси туловища от вертикали остается без изменений, а к моменту образования двухопорного контакта во втором повороте уменьшается до  $9^\circ$  (рисунок 11.5). Активизация работы ног позволяет спортсмену в нижней точке улучшить качества связи между ним и молотом. В рассматриваемой позиции угол «руки-молот» составляет уже  $167^\circ$ .



**Рисунок 11.4. – Момент начала одноопорного вращения в первом повороте**



**Рисунок 11.5. – Момент начала двухопорного вращения во втором повороте**

Значительное увеличение угловой скорости в одноопорном положении второго поворота заставляет спортсмена перестроить двигательную конструкцию с целью сохранения условий решения двигательной задачи на фоне значительного повышения центростремительной силы (рисунок 11.6). Наклон продольной оси спортсмена увеличивается до  $22^\circ$  влево, опорная нога разгибается в коленном суставе до  $135^\circ$ , а угол тазобедренного сустава достигает  $143^\circ$ . Таким образом, вращаясь на пятке левой ноги, метатель уменьшает непосредственные мышечные затраты на формирование элементов динамической осанки посредством изменения геометрии расположения двигательных звеньев, создавая тем самым оптимальные условия их взаимодействия [2].



**Рисунок 11.6. – Момент начала одноопорного вращения во втором повороте**



**Рисунок 11.7. – Момент начала двухопорного вращения в третьем повороте**

Необходимость качественной организации двухопорного разгона в третьем повороте повторно возвращает метателя в оптимальную позицию для его реализации (рисунок 11.7). Угол продольной оси

тела спортсмена возвращается в прежние границы ( $9^\circ$ ) и способствует достижению полного выравнивания оси «молот – руки» в момент прохождения снарядом нижней точки.

Начало одноопорного вращения в третьем повороте в силу возросшей скорости вращения требует еще большего отклонения продольной оси спортсмена от вертикали (рисунок 11.8). В данном случае оно составляет уже  $26^\circ$ , при том же угле сгибания коленного сустава левой ноги и еще большем угле тазобедренного сустава (около  $150^\circ$ ). На рисунке заметно, что пространственная ориентация голени левой ноги формируется с помощью активного разгибания стопы и удержания ее в этом положении на протяжении всего одноопорного вращения.



**Рисунок 11.8. – Момент начала одноопорного вращения в третьем повороте**



**Рисунок 11.9. – Момент начала двухопорного вращения в четвертом повороте**

Исходная поза двухопорного контакта в четвертом повороте характеризуется вертикальным положением туловища, создающим оптимальные условия для эффективного разгона снаряда

(рисунок 11.9). В нижней точке четвертого цикла спортсмен сохраняет пространственную ориентацию «снаряд – стопа» при максимальном совпадении осей молота и рук.



**Рисунок 11.10. – Момент начала одноопорного вращения в четвертом повороте**

Одноопорная позиция этого поворота формируется практически в тех же условиях, что наблюдались в предыдущем цикле (рисунок 11.10). Продольная ось туловища отклонена от вертикали на  $23^\circ$ , угол коленного сустава –  $135^\circ$ . Однако следует заметить, что несколько уменьшился угол «туловище – руки, молот», который ранее составлял порядка  $90^\circ$ , а в четвертом повороте изменился до  $70^\circ$ . В целом это положительно отражается на величине момента инерции движущейся системы и способствует сохранению угловой скорости ее вращения.



**Рисунок 11.11. – Момент начала финального разгона**

Финальный разгон метатель начинает в позе, в которой продольная ось туловища уже несколько наклонена право от вертикали. Угол этого отклонения составляет  $4^\circ$ . Визуально исходная

позиция свидетельствует об оптимальной готовности спортсмена к выполнению финального разгона. Наблюдается большой запас размаха движений в голеностопных, коленных и тазобедренных суставах, значительное скручивание туловища вправо относительно поперечной оси таза, положение рук обеспечивает движение молота по траектории максимального радиуса (рисунок 11.11).

Финальный разгон снаряда спортсмен заканчивает в положении, изображенном на рисунке 11.12а. Угол отклонения продольной оси туловища от вертикали в рассматриваемой попытке составляет около  $32^\circ$ . В целом это те величины продольной пространственной ориентации двигательных звеньев, которые характеризуют И. Тихона при выполнении им далеких результативных бросков. Перед Олимпиадой в Лондоне на чемпионате Республики Беларусь им был показан результат 80,04 м. В том броске наклон наблюдаемой оси влево от вертикали составлял у него в данном положении  $31,7^\circ$  (рисунок 11.12б), что в целом создает рациональные условия для торможения двигательных звеньев снизу вверх и соответствующей передачи количества движения. В немалой степени этому способствует надежный контакта левой ноги с опорой, которая практически всей плоскостью стопы соприкасается с кругом.



а



б

**Рисунок 11.12. – Момент выпуска снаряда:  
а) 2019 г.; б) 2016 г.**

**Заклучение.** Таким образом, анализ количественных (временных, пространственных) и качественных характеристик техники метания молота И. Тихоном показывает высокий уровень его технической подготовленности и соответствие организации двигательного действия тем основным принципам, которые в конечном итоге обеспечивают метателю высокие спортивные

достижения и надежность их демонстрации. Должный уровень координационных способностей позволяем ему в каждом из четырех поворотов последовательно формировать позу, характеризующуюся минимальными отклонениями от оптимальной индивидуальной величины. В связи с этим основным направлением тренировочного процесса следует считать качественное наполнение системных движений соответствующим моторным обеспечением, позволяющим совершенствовать специфические координационные механизмы соревновательного упражнения и увеличивать верхние границы динамических характеристик.

### 11.2 Анна Зинчук, МСМК

Рассматривается система двигательных действий в метании молота, реализованная в броске соревновательного снаряда на 76,22 м. В качестве основного критерия, характеризующего вариативность пространственной ориентации метателя в разные моменты исполнения специализированного двигательного действия, был выбран угол отклонения оси спортсменки «голова-левая стопа» от вертикали (таблица 11.2).

Таблица 11.2. – Отклонение оси «голова – левая стопа» А. Зинчук от вертикали в градусах

Повороты Позы	Первый поворот	Второй поворот	Третий поворот	Четвертый поворот	Финальный разгон
Молот – левое колено, 4,5 кг	9,8	9,2	7,2	4,7	3,8
Молот – левое колено, 4,0 кг	9,0	10,8	6,4	2,5	3,1
Начало одноопорного вращения, 4,5 кг	14,4	12,9	12,3	12,3	17,5 Выпуск снаряда
Начало одноопорного вращения, 4,0 кг	14,7	14,8	11,7	13,1	18,8 Выпуск снаряда
Середина поворота, 4,5 кг	11,6	10,9	11,7	9,2	
Середина поворота, 4,0 кг	11,8	9,9	10,0	9,5	

## Окончание таблицы 11.2

Повороты	Первый поворот	Второй поворот	Третий поворот	Четвертый поворот	Финальный разгон
Позы					
Начало двухопорного вращения, 4,5 кг		6,5	8,6	3,4	-2,3
Начало двухопорного вращения, 4,0 кг		6,0	3,4	-1,1	-4,7

*Примечание:* знак «-» – отклонение оси от вертикали вправо.

Следует отметить, что в период, предшествующий установлению личного достижения спортсменки, ею был проделан значительный объем специализированной работы по формированию силового компонента соревновательного упражнения. В качестве основного средства были использованы броски утяжеленного молота весом 4,5 кг. С целью рассмотрения соответствия интересующих нас показателей техники метания утяжеленного и соревновательного снарядов в таблице приводятся количественные данные тренировочного броска утяжеленного снаряда (около 68 м) и соревновательной попытки на 76,22 м. В научно-методической литературе многими авторами отмечается тот факт, что рациональное утяжеление или облегчение соревновательного снаряда в целом позволяет сохранить системно-структурные свойства базового упражнения, наращивая при этом его силовой или скоростной компоненты. С этих позиций при имеющемся выраженном положительном эффекте предшествующей тренировочной работы появляется возможность как объективного сравнения двух сопряженных тренировочных воздействий, так и установления индивидуального профиля эффективного соревновательного упражнения.

Система специализированных двигательных действий А. Зинчук в метании молота в рассматриваемом броске состоит из трех предварительных размахиваний, четырех поворотов и финального разгона. В предварительном разгоне путем увеличения вертикального угла рабочей траектории снаряда в первых двух размахиваниях спортсменка эффективно использует массу снаряда для повышения скорости его передвижения. В третьем размахивании наклон плоскости перемещения снаряда плавно приближается к требуемым параметрам поворотного движения. Общее время выполнения четырех поворотов и финального разгона составляет

у спортсменки 2,32 с. Ориентируясь на сокращение времени выполнения поворотов, а первый из них формируется в течение 0,63 с, второй – 0,50 с, третий – 0,46 с, четвертый – 0,41 с, финальный разгон – 0,32 с, следует отметить, что данное двигательное действие развивается очень ритмично, без существенных экстремальных силовых добавок в каждой его части. В процентном выражении ритмичность двигательного построения проявляется более заметно: 26–22–20–18–14 %.

Временные параметры тренировочного упражнения в максимальном выражении естественно несколько выше, поскольку масса снаряда более значительна. Тем не менее и здесь мы наблюдаем ритмичный последовательный разгон снаряда, по времени незначительно отличающийся от соревновательного броска: первый поворот – 0,69 с, второй – 0,55 с, третий – 0,48 с и четвертый – 0,45 с. Следует отметить, что время поворота метателя рассчитывалось с момента прохождения молотом проекции колена левой ноги. Таким образом, временные показатели характеризуют рассматриваемую систему как весьма устойчивую в реализации циклических элементов техники метания молота, что способствует формированию эффективного индивидуального ритма разгона снаряда. Его отличительной чертой является постепенное ускорение снаряда на всей траектории его движения.

Динамика параметров отклонения продольной оси от вертикали в первой позе (таблица 11.2, рисунок 11.13) свидетельствует о качественном управлении устойчивостью спортсменки по мере нарастания угловой скорости вращения молота. Следуя принципу строгой вертикальности вращения оси системы «метатель – молот» спортсменка по мере продольного перемещения по диаметру круга последовательно уменьшает отклонение оси «голова-левая стопа» от вертикали. Подобное вертикальное выравнивание в данный момент соревновательного упражнения и в данной плоскости восприятия двигательного действия способствует уменьшению момента инерции системы и повышению скорости ее вращения. Практически однозначные изменения мы наблюдаем как при выполнении тренировочного броска, так и соревновательного двигательного действия. В обоих случаях прослеживается закономерное уменьшение отклонения оси с 9 до 3–4°.

Последовательное приближение рассматриваемой оси к вертикальной позиции создает положительные предпосылки для

эффективного перехода от двухопорного к одноопорному положению и организации эффективных опорных реакций за счет оптимального отклонения метателя (рисунок 11.14). Поскольку основная задача одноопорной фазы в метании молота состоит в сохранении набранной скорости вращения и подготовке к активным действиям в двухопорном положении, то все движения метателя в ней направлены на сохранение динамической позы практически всех биомеханических звеньев. Отсюда во всех поворотах начало одноопорного вращения спортсменка начинает с одним и тем же отклонением от вертикали, составляющим порядка  $12^\circ$  (таблица 11.2).



а



б



в

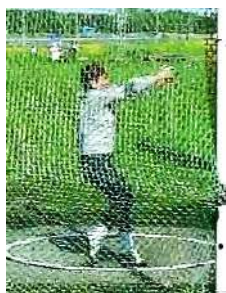


г

**Рисунок 11.13. – Поза «молот – левое колено»:  
а) первый поворот; б) второй поворот; в) третий поворот;  
г) четвертый поворот**

Подобная картина характерна и для другой одноопорной позы – «середина поворота» (таблица 11.2, рисунок 11.15). Здесь мы также наблюдаем как визуально, так и в количественном аспекте стремление метателя сохранить целостность ее динамической осанки, общей

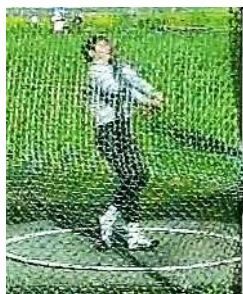
конструкции системы «метатель-снаряд». А. Зинчук в обоих видах упражнений демонстрирует высокий уровень координационных способностей, позволяющих ей в каждом из четырех поворотов последовательно формировать рассматриваемую позу, характеризующуюся минимальным отклонением от оптимальной индивидуальной величины. Еще раз следует подчеркнуть, что в динамике это происходит в условиях постоянного сокращения лимита времени на формирование специализированных пространственных биомеханических конструкций, координационная согласованность которых в должной мере позволяет выстраивать необходимые системные взаимосвязи рассматриваемого двигательного действия.



а



б



в



г

**Рисунок 11.14. – Поза «начало одноопорного положения»:  
а) первый поворот; б) второй поворот; в) третий поворот;  
г) четвертый поворот**



а



б



в



г

**Рисунок 11.15. – Поза «середина поворота»:  
а) первый поворот; б) второй поворот; в) третий поворот;  
г) четвертый поворот**

Логическим завершением предварительных размахиваний и четырех поворотов, то есть подготовительного или стартового разгона, можно считать двигательную конструкцию метателя молота, изображенную на рисунке 11.16. Это начало двухопорного положения спортсмена, в котором происходит финальный разгон снаряда. Анализ фронтальных перемещений рассматриваемой нами продольной оси в этой позе свидетельствует, что по мере поступательного перемещения метателя по кругу последняя последовательно приближается к вертикали, а в последнем повороте и в начале финального разгона даже смещается вправо от нее (таблица 11.2, рисунки 11.16, 11.17). Причем, чем больше скорость вращения системы «метатель – снаряд», тем значительнее угол отклонения спортсменки за вертикаль. В соревновательном броске он практически в два раза превышает показатель тренировочной попытки.



а



б

**Рисунок 11.16. – Поза «начало двухпорного вращения в финальном разгоне»: а) вид сбоку; б) вид спереди**



а



б



в

**Рисунок 11.17. – Поза «начало двухпорного вращения»: а) второй поворот; б) третий поворот; в) четвертый поворот**

В сагиттальной плоскости это явление более выражено – по мере овладения пространством круга метатель последовательно

наклоняет выделенную нами ось вправо (рисунок 11.16а). Если начало второго поворота характеризуется угловой величиной в  $90,3^\circ$ , то в третьем она составляет  $81,3^\circ$ , в четвертом –  $82,7^\circ$ , а в начале финального разгона –  $79,4^\circ$ . Таким образом, последовательно изменяя наклон оси вращения в сторону, противоположную выпуску снаряда, спортсменка формирует оптимальные взаимодействия с опорой, позволяющие как сохранить вертикальную устойчивость рабочей системы, так и осуществлять ее ритмичный разгон.



а



б

**Рисунок 11.18. – Выпуск снаряда:  
а) А. Зинчук; б) И. Тихон**

Финальный разгон снаряда спортсменка заканчивает в положении, изображенном на рисунке 11.18а. Угол отклонения продольной оси от вертикали в тренировочном броске у нее составляет  $17,5^\circ$ , а в соревновательной попытке –  $18,8^\circ$ . В целом это те величины продольной пространственной ориентации двигательных звеньев, которые позволили метательнице успешно закончить соревновательное упражнение с высоким спортивным результатом. Следует ли считать их наиболее приемлемыми для спортсменки и насколько они отличаются от аналогичных показателей у других спортсменов. На рисунке 11.18б представлен момент выпуска молота в соревновательном броске И. Тихона на  $80,04$  м. Наклон наблюдаемой оси влево от вертикали у него составляет в данном положении  $31,7^\circ$ , что в целом создает более предпочтительные условия для торможения двигательных звеньев снизу вверх и соответствующей передачи количества движения. Это реализуется за счет хорошего контакта левой ноги с опорой, которая практически всей плоскостью стопы соприкасается с кругом. А. Зинчук же в этот момент упирается

в круг только передней частью метательских туфель. В таком же положении относительно опоры находится и правая стопа спортсменки. Более выгодную позицию с точки зрения реализации механизма последовательного торможения звеньев занимает и голень левой ноги спортсмена. Ее отклонение от вертикали в данный момент составляет  $7,1^\circ$ , в то время как соответствующее звено спортсменки на один градус заходит за вертикаль.

Однако выделенные различия не следует воспринимать как ошибки в формировании заключительной стадии финального разгона. Частные, индивидуальные элементы техники следует оценивать с системных позиций целостного упражнения и, возможно, через их совершенствование намечать дальнейшие пути повышения спортивного мастерства А. Зинчук.

- 
1. Тутевич, В. Н. Теория спортивных метаний / В. Н. Тутевич. – М. : Физкультура и спорт, 1969. – 312 с.
  2. Назаров, В. Т. Движения спортсмена / В. Т. Назаров. – Минск : Польша, 1984. – 176 с.

*Научное издание*

**Позюбанов Эдуард Петрович**

**КИНЕМАТИКА  
ЛЕГКОАТЛЕТИЧЕСКИХ УПРАЖНЕНИЙ**

Монография

Корректор *Е. М. Емельяненко*  
Компьютерная верстка *М. Г. Миранович*

Подписано в печать 19.04.2023. Формат 60×84/<sub>16</sub>. Бумага офсетная.  
Ризография. Усл. печ. л. 14,65. Уч.-изд. л. 11,42. Тираж 100 экз. Заказ 17.

Издатель и полиграфическое исполнение:  
учреждение образования  
«Белорусский государственный университет физической культуры».  
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,  
распространителя печатных изданий  
№ 1/153 от 24.01.2014.  
Пр. Победителей, 105, 220020, Минск.