

УДК 796. 431. 12+796.015

Позюбанов Э. П., Хмельницкая Л. Ш., Миневиц М. А., Макась М. М.

**ВРЕМЕННЫЕ И ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ РАЗБЕГА
В ПРЫЖКЕ В ВЫСОТУ**

В статье, на основе биомеханического анализа конкретной соревновательной деятельности высококвалифицированной прыгуньи в высоту рассмотрена система построения одного из вариантов разбега в этом спортивном упражнении. Анализ структурных особенностей построения специализированной беговой программы показал, что в данном случае максимальная реализация двигательного потенциала спортсмена связывается с усилением биологических предпосылок повышения эффективности двигательных действий, определяющих качественную сторону реализации отталкивания в прыжке в высоту. Сделано предположение о значимости смены двигательных установок в процессе реализации циклической части этого вида легкоатлетических прыжков.

Ключевые слова: прыжок в высоту, разбег, отталкивание, периоды опоры и полета, временные и пространственные показатели, темпо-ритмовая структура, энергия упругой деформации.

Постановка проблемы. Анализ последних исследований и публикаций. Формирование и совершенствование техники движений со сложной координационной структурой, типичным представителем которых является прыжок в высоту с разбега, в значительной степени зависит от понимания рациональных основ построения важнейших элементов и принципов связи между ними, способов количественной и качественной оценки специализированных двигательных действий, программ педагогического развития систем движений и условий, в которых они формируются [1, 2]. Неопределенность в выборе оптимального варианта выполнения движений часто аргументируется отсутствием биомеханического контроля за характером развития двигательной структуры специализированного упражнения. Для того чтобы исключить эту неопределенность, спортсмену необходимо точно знать, какие кинематические и динамические характеристики техники целесообразно изменить, чтобы наилучшим образом реализовать свои двигательные возможности [3, 4].

Одна из проблем освоения целостной системы движений прыжка в высоту способом «фосбери-флоп» связана с реализацией в его структуре дугообразного разбега, вызывающего действие на прыгуна центробежной силы. Этот фактор в значительной степени влияет на формирование динамической позы спортсмена в момент постановки ноги на место отталкивания и тем самым вызывает преждевременный наклон туловища в сторону планки, что приводит к значительным потерям и рассеиванию энергии отталкивания. Он же существенно затрудняет освоение рациональной ритмо-темповой структуры разбега, снижает скорость при переходе от разбега к толчку, уменьшает эффективность реализации горизонтальной скорости разбега [5, 6, 7].

Анализ показывает, что накопленный к настоящему времени научно-методический опыт не позволяет однозначно ответить как на некоторые частные, так и общие вопросы, связанные с этой проблемой. Разноречивы точки зрения специалистов об эффективной структуре и ритме разбега, построении опорных и полетных периодов, характере двигательных установок на формирование как отдельных элементов, так и системы двигательных действий в целом. В должной мере не решен вопрос индивидуализации двигательной структуры прыгуна в зависимости от типологии его двигательной подготовленности [8].

Таким образом, исследование научно-методической информации в области, связанной с технической подготовкой прыгунов в высоту показывает, что системно-структурные свойства разбега в этом соревновательном упражнении остаются основным предметом специального исследования. Его целенаправленное изучение является необходимым условием для реализации принципа оптимального управления тренировочным процессом [3, 4]. Данное обстоятельство позволяет констатировать, что исследование комплекса кинематических характеристик разбега высококвалифицированных прыгунов в высоту, отражающих структурные особенности построения индивидуальных вариантов рассматриваемого специализированного действия является актуальным.

Цель исследования: Совершенствование технической подготовленности прыгунов в высоту на основе индивидуализации структурного построения разбега.

Задачи работы

1. Определить научно-методические предпосылки совершенствования системно-структурного построения разбега в прыжке в высоту.
2. Исследовать кинематический аспект структурных элементов разбега.
3. Выявить характеристические особенности данных элементов.

Методы исследования: анализ научно-методической литературы, видеосъемка фотокамерой «Casio EX-F1», позволяющей производить фиксацию процесса со скоростью 300 кадров в секунду. Обработка полученных данных производилась с помощью программного обеспечения Adobe Photoshop.

Изложение основного материала исследования. В настоящем исследовании на основе анализа временных, пространственных и темповых характеристик разбега девяти соревновательных попыток К. Таранда (июнь 2018), 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. Следует отметить, что в июле 2018 года спортсменка выиграла золотую медаль на чемпионате мира среди юниоров, установив при этом личное достижение – 192 см.

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 тринадцати беговых шагов. Начальный участок разгона двигательной системы составляют шесть 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 1, рисунок 1).

Таблица 1

Временные и темповые характеристики разбега К. Таранда в соревновательном 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

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 прыгуны.

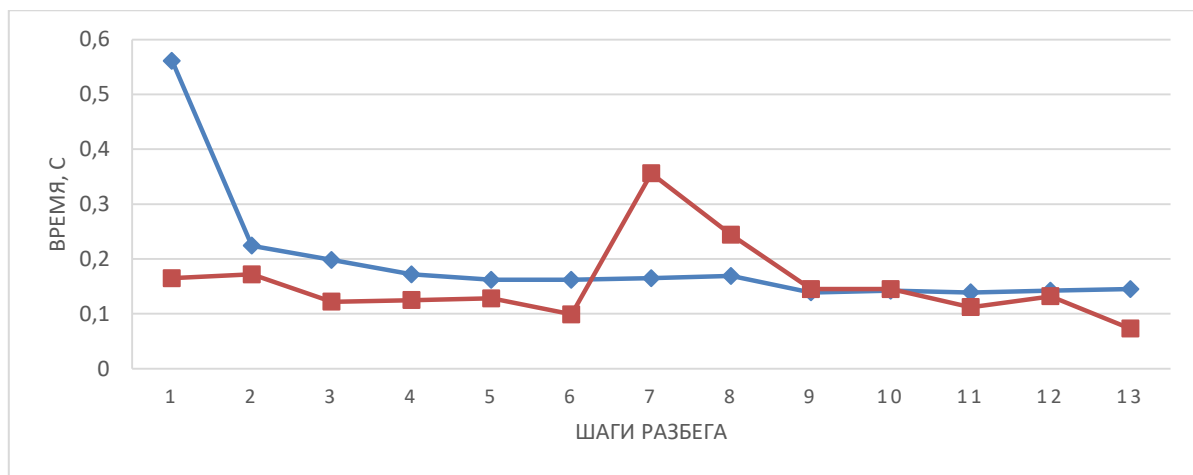


Рис. 1. Продолжительность опорных (◇) и полетных (□) фаз разбега в удачном прыжке на 190 см

Анализ отличительных особенностей этого процесса показывает, что заметное наращивание частоты беговых шагов с 1,38 ш/с 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 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.

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 2, а). По свидетельству специалистов, данный конкретный факт указывает на эффективную работу двигательного звена по использованию «даровых» реактивных сил [2].

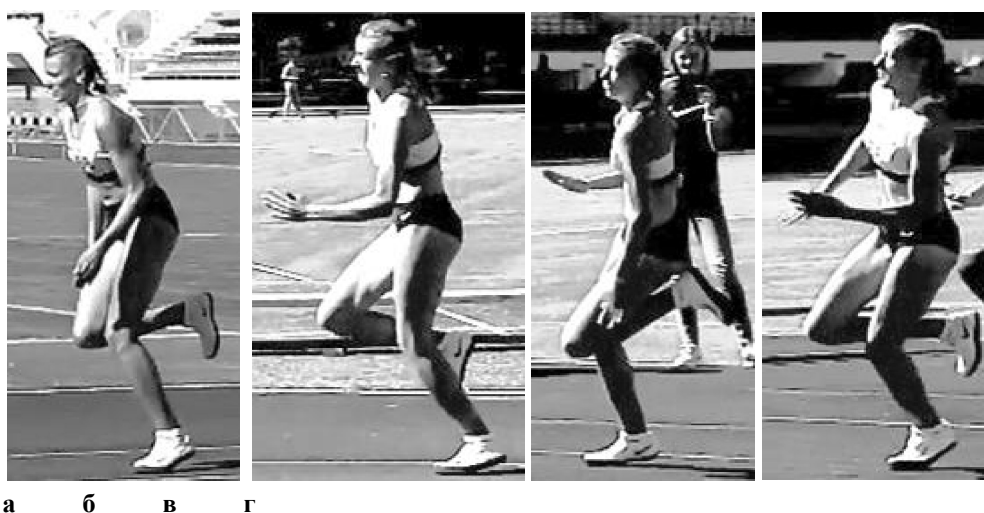


Рис. 2. Положение стопы относительно дорожки в различных беговых шагах: а – второй, б – седьмой, в – восьмой, г – девятый

В середине разбега, а это связано с выполнением седьмого и восьмого шагов, происходит смена содержания двигательной установки в связи с изменением текущей спортивной 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 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.

В этой связи 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° , а в восьмом – 121° . Все это приводит к значительному изменению длины рассматриваемых шагов. Так, например, протяженность седьмого шага увеличивается до 3,5 метров (рисунок 3).



Рис. 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). Сформировав в полете качественную динамическую осанку [9] целостной системы «левая стопа – голова», спортсменка эффективно организует свой первичный контакт с дорожкой.



Рис. 4. Момент постановки толчковой ноги в восьмом беговом шаге

В момент постановки стопы на опору системная ось образует с поверхностью сектора угол в 80° . При этом угол постановки ноги на опору составляет порядка 67° , а угол коленного сустава – 154° . 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 1, б, в, г). Спортсменка продолжает сохранять 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 циклических действий. 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 этой связи, по сравнению с начальным этапом, увеличивается коэффициент активности беговых действий, поскольку продолжительность полетных фаз не претерпевает значительных изменений (таблица 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 $0,112\text{--}0,132$ 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 $0,045\text{--}0,055$ с, а угол постановки толчковой ноги на опору составляет порядка пятидесяти градусов. Дальнейшее совершенствование данного двигательного действия для К. Таранда, как нам представляется, должно 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 уступающей фазе отталкивания. Естественно, что при этом необходимо техническую реконструкцию рассматриваемого элемента строго соотносить с уровнем необходимого двигательного обеспечения.

Анализ временных параметров отталкивания спортсменки позволяет отнести его к разряду реактивно-баллистических движений (таблица 2), поскольку ориентация на силовую установку выполнения данного элемента приводит к значительно более длительному контакту прыгуна с опорой, достигающему порой до $0,210\text{--}0,230$ с. С этих позиций выявленный временной диапазон взаимодействия прыгуньи 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.

О стабильности временных параметров разбега в соревновательных попытках на различных высотах можно судить по показателям, представленным в таблице 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.

Таблица 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		
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		

Примечание: + – удачная попытка

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.

Выводы и перспективы дальнейших исследований. 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 скоростнообразующий, мобилизационный, скоростноподготовительный. 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.

Использованные источники

1. Коренберг В. Б. Основы спортивной кинезиологии: учебное пособие / В. Б. Коренберг. – М. : Советский спорт, 2005. – 232 с.
2. Попов Г. И. Биомеханика: учебник для студ. высших учебных заведений / Г. И. Попов. – М. : Академия, 2005. – 256 с.
3. Бобровник В. И. Совершенствование технического мастерства спортсменов высокой квалификации в легкоатлетических соревновательных прыжках / В. И. Бобровник. – К. : Наук. свит, 2005. – 321 с.

4. Ахметов Р. Ф. Теоретико-методические основы управления системой многолетней подготовки спортсменов скоростно-силовых видов спорта (на материале исследования прыжков в высоту): автореферат диссертации на соискание ученой степени д.н. по физ. воспитанию и спорту: специальность 24.00.01 / Ахметов Рустам Фагимович; Нац. ун-т физ. воспитания и спорта Украины. – Киев : 2006. – 42 с.
5. Стрижак А. П. Кинематико-динамические особенности техники прыжка в высоту способом «фосбери-флоп» и пути ее освоения: Автореф. дисс. ... канд.пед.наук / ВНИИФК, А. П. Стрижак. – М., 1986. – 26 с.
6. 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.
7. Тихонин В. И. Формирование рациональной ритмо-темповой структуры разбега в прыжках высоту: автореферат дис... канд. пед. наук: 13.00.04 / В. И. Тихонин. – Волгоград, 2003. – 25 с.
8. Зайко Д. С. Индивидуализация специальной физической подготовки прыгунов в высоту с учётом особенностей дугообразного разбега: диссертация ... кандидата педагогических наук: 13.00.04 / Д. С. Зайко; С.-Петерб. гос. акад. физ. культуры им. П.Ф. Лесгафта. – Санкт-Петербург, 2009. – 152 с.
9. Биомеханика: учебник для студентов специальности «Спорт.-пед. деятельность» / под редакцией Н. Б. Сотского. – Мн. : БГУФК, 2005. – 192 с.

Pozyubanov E., Khmelnytskaya L., Minevich M., Makas M.

TIME AND SPATIAL FEATURES OF APPROACH RUN CONSTRUCTION IN HIGH JUMP

Based on the biomechanical analysis of specific competitive activity of a highly skilled high jumper, features of structural construction of one of the approach run versions in this sports exercise are considered in the article. The assumption of the importance of changes in motor settings in the course of realization of the cyclic part of high jump is made. The analysis shows that the scientific and methodical experience accumulated so far does not allow to answer unambiguously as on some particular as on general issues concerning this problem. Points of view of experts concerning effective structure and rhythm of approach run, construction of support and flight periods, and nature of motor settings on formation of both separate elements and the system of motor actions in general are contradictory. The problem of individualization is not solved in due measure. The main task of the present research consisted in argumentation of individual transformations of cyclic actions of the female world champion in a competitive exercise and in practical exposure of their efficiency.

Analysis of structural features of the cyclic element in high jump testifies to existence of various approaches to construction of the system of running steps in this competitive exercise. In the case under consideration the maximum realization of locomotive potential of the athlete is attributed to enhancement of biological preconditions of increase in efficiency of motor actions defining the quality of take-off realization in high jump. According to the functional significance, the structural elements of the take-off can be consistently classified as speed-forming, mobilizing, and speed-preparatory. The main direction in improvement of the considered motor system, which is characterized by optimum time parameters of running steps, is recognition of the necessity of enhancement of motor provision in the required borders of functioning of separate motions of the body and movements.

Key words: *high jump, approach run, take-off, support and flight periods, time and spatial indicators, tempo-rhythmic structure, energy of elastic deformation.*

Стаття надійшла до редакції 18.09.2018 р.