

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ имени академика С.П. КОРОЛЕВА
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»**

А.А. РЕШЕТИН

**ТЕХНИКА УПРАЖНЕНИЙ С ФАЗОЙ
ПОЛЕТА В СПОРТИВНОЙ АКРОБАТИКЕ**

САМАРА 2012

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ имени академика С.П. КОРОЛЕВА
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

А.А. РЕШЕТИН

ТЕХНИКА УПРАЖНЕНИЙ С ФАЗОЙ ПОЛЕТА В СПОРТИВНОЙ АКРОБАТИКЕ

*Утверждено Редакционно-издательским советом университета
в качестве учебного пособия*

САМАРА
Издательство СГАУ
2012

УДК СГАУ: 796 (075)
ББК СГАУ Ч 075
Р 471

Рецензенты: кандидат педагогических наук, доцент В. Н. Т р о ф и м о в;
доцент В. В. Д у д к и н

Решетин А.А.
Р 471 **Техника упражнений с фазой полета в спортивной акробатике:** учеб. пособие / *А.А. Решетин* – Самара: Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2012. – 44 с.: ил.

ISBN 978-5-7883-0866-1

Рассматривается техника выполнения акробатических упражнений с фазой полета в мужских парах. Даются теоретические основания состава и структуры данных упражнений.

Приведены основные результаты биомеханического анализа акробатических упражнений с фазой полета в мужских парах и описаны различные варианты техники их выполнения.

Пособие предназначено для специалистов в области физической культуры и спорта. Подготовлено на кафедре физического воспитания.

УДК СГАУ: 796 (075)
ББК СГАУ Ч 075

ISBN 978-5-7883-0866-1

© Самарский государственный
аэрокосмический университет, 2012

ОГЛАВЛЕНИЕ

Условные обозначения.....	4
Введение.....	5
1. Теоретическое обоснование техники отталкивания-толчка в упражнениях с фазой полета.....	6
2. Биомеханический анализ техники выполнения акробатиче- ских упражнений с фазой полета в мужских парах.....	13
3. Сравнительный анализ различных вариантов техники выполнения упражнений с фазой полета в мужских парах.....	28
Заключение.....	35
Список литературы.....	36

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

ДД – двигательные действия.

ОДА – опорно-двигательный аппарат.

ОЦМ – общий центр масс.

ОЦТ – общий центр тяжести.

ТДГ – тензодинамограмма.

ЦМ – центр массы.

ВВЕДЕНИЕ

Спортивная акробатика представляет собой разновидность «технико-эстетических» видов спорта, характеризующихся высокой координационной сложностью выполняемых упражнений, особенностью которых является искусственный характер движений (в отличие от естественных локомоций – ходьбы, бега и др.).

Спортивная акробатика классифицируется на парные и групповые виды, в которых выполняются упражнения с фазой полета (вольтижные или бросковые) и балансовые упражнения, направленные на фиксацию положения тела (В.П. Коркин, 1981).

Для качественного выполнения этих упражнений и результативного выступления на соревнованиях необходима эффективная техника их исполнения. Для этого нужно изучать механику данных упражнений с целью определения такого способа исполнения двигательных действий (упражнений), при котором максимально полно используются ресурсы спортсмена.

Для увеличения сложности акробатических упражнений необходимо изыскивать более совершенные, эффективные способы их выполнения с использованием научных методов исследования.

Наиболее сложными и наименее разработанными в спортивной акробатике являются бросковые упражнения, выполняемые в парах, поскольку взаимодействие двух спортсменов осуществляется в затрудненных условиях и требует высокой точности движений.

В этой связи целью учебного пособия является анализ техники бросковых упражнений с учетом внешних и внутренних сил и разработка биомеханической модели их выполнения.

Результаты исследований могут быть использованы тренерами-преподавателями ДЮСШ, СДЮСШОР, специалистами в области подготовки высококвалифицированных спортсменов, а также аспирантами, специализирующимися по спортивной акробатике.

1. ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНИКИ ОТТАЛКИВАНИЯ-ТОЛЧКА В УПРАЖНЕНИЯХ С ФАЗОЙ ПОЛЕТА

Движения спортсмена подчиняются законам механики точно так же, как движения неживых тел. Анализ с позиций механики – необходимая предпосылка результативного анализа техники спортивных двигательных действий и выполнения спортивных упражнений.

В настоящее время в парно-групповой акробатике выделяют три группы упражнений – акробатические прыжки, балансовые и бросковые (темповые и вольтижные) упражнения (Г.Я. Соколов, 1984; Г.Я. Соколов, А.П. Алябышев, 1988).

В связи с тем, что нас в большей степени интересует третья группа упражнений как наиболее сложная и перспективная, мы остановимся на ней более подробно.

Основой *вольтижных упражнений* являются полуперевероты, перевороты, полеты и сальто. Особенностью выполнения данных упражнений в парной акробатике является взаимодействие двух спортсменов. Один из них – нижний. Он обеспечивает толчок своего партнера. Акробат, стоящий на руках или плечах нижнего спортсмена – верхний, отталкивается от него и непосредственно выполняет «фигуру полета».

Результативность исполнения упражнений и их сложность зависят от эффективного взаимодействия партнеров. При этом достигается максимально возможная высота выполнения элемента верхним. Поэтому основным критерием технического совершенства спортсменов можно считать длительность полетной фазы верхнего, а ведущим элементом двигательной координации – **отталкивание** верхнего от нижнего и **толчок** верхнего нижним, то есть их взаимное действие в этом движении (Г.Я. Соколов, 1984; Г.Я. Соколов, А.П. Алябышев, 1988).

Отталкивание ногами представляет однократное возвратно-поступательное движение, направленное на решение двигательной задачи – подъема тела на определенную высоту (Г.Я. Соколов, 1984; Г.Я. Соколов, А.П. Алябышев, 1988). Спортсмен ускоренно приседает, затем тормозит это движение и меняет его направление на противоположное. Исходя из этого, в отталкивании выделяют четыре фазы: ускоренное приседание, торможение, ускоренное выпрямление (собственно отталкивание), торможение (замедление движения верхних частей тела по сравнению с нижними в фазе отрыва от опоры или, иначе, перераспределение скоростей).

Первые две фазы в энергетическом смысле – решающие: включая в активную, форсированную работу мышечный аппарат, спортсмен расталкивает массы тела в противоположные стороны. При этом сила, действующая на звенья, прилежащие к опоре, уравнивается опорной реакцией, а периферические звенья получают движение в сторону от опоры. По ходу фазы соответственно мощности движения нарастает давление на опору, добавляющееся к весу тела спортсмена. Возникающая при этом деформация опоры, в том числе упругая, порождает соответствующую опорную реакцию, играющую кардинальную роль силы, без которой принципиально невозможно активное изменение физического состояния тела в целом.

Фазы ускоренного выпрямления и перераспределения скоростей – результирующие. Меняя направленность усилий на противоположную, то есть стремясь сблизить «маховые» и «опорные» звенья-массы, спортсмен перераспределяет в системе ранее полученные импульсы. Технически эти действия выглядят как достаточно резкое «торможение» свободных, наиболее быстро двигавшихся звеньев, в результате чего потерянная ими энергия, в силу реактивного взаимодействия, передается смежным, в том числе приопорным, звеньям. Следствием этого является падение давления на опору вплоть до полной потери контакта с нею, если все действия были достаточно активными (Ю.К. Гавердовский, 2007).

Значение для увеличения результата прыжка имеет величина скорости ЦМ тела спортсмена в момент отрыва от опоры. Этот показатель характеризует эффективность взаимодействия спортсмена с опорой. В качестве основных факторов, определяющих эффективность взаимодействия спортсмена с опорой, можно выделить следующие:

Положение тела и отдельных его звеньев относительно опоры и друг друга. В частности, в прыжках, выполняемых вверх с места, на результат существенно влияют положение стоп на опоре и величины суставных углов нижних конечностей в момент их максимального сгибания. Оптимальное расстояние между стопами, при котором спортсмены показывают лучшие результаты, в среднем составляет 0,25 м. Более широкая или узкая постановка стоп приводит к снижению высоты прыжка (Ал.А. Шалманов, Ан.А. Шалманов, 1986).

На результат в прыжках вверх с места влияет и положение туловища спортсмена. Лучшие прыжки выполняются при меньших углах наклона туловища от вертикали (Ал.А. Шалманов, Ан.А. Шалманов, 1986).

Важное значение при выполнении прыжка вверх имеет угол сгибания ног в коленном суставе, который должен находиться в пределах от 80 до 90 градусов при амортизации. Отклонение глубины приседа за указанные границы ведет к снижению высоты прыжка (Ал.А. Шалманов, Ан.А. Шалманов, 1986).

Последовательность движения звеньев нижних конечностей. Достижение максимальной скорости вылета ОЦМ тела при выполнении прыжка вверх с места обеспечивается последовательным разгибанием в суставах нижних конечностей. Разгибание происходит последовательно сверху вниз, то есть вначале в тазобедренном, затем в коленном и голеностопном суставах. При этом чем меньше угол в тазобедренном суставе (больше амплитуда движения), тем больше интервал времени между моментами начала разгибания в тазобедренном и коленном суставах (Ал.А. Шалманов, Ан.А. Шалманов, 1986).

Теоретические исследования особенностей взаимодействия с упругой опорой показали, что кинематические характеристики движения спортсмена существенным образом зависят от упругих свойств среды, с которой он входит в контакт. Приложение активного усилия в отталкивании осуществляется в момент максимального сжатия упругой опоры (Ал.А. Шалманов, Ан.А. Шалманов, 1986, 1990). Контактывая с опорой, важно добиться максимально полезной деформации снаряда (или партнера), запасая при этом потенциальную энергию упругой деформации.

Ал.А. Шалманов отмечает, что организация движения звеньев нижних конечностей при отталкивании от упругой опоры и от жесткой платформы сходны между собой. Они отличаются лишь тем, что на упругих опорах часть энергии, создаваемой при разгибании суставов, идет на деформацию упругих опор, а другая, меньшая, – на деформацию упругих элементов опорно-двигательного аппарата спортсмена (Ал.А. Шалманов, Ан.А. Шалманов, 1990).

Координация движений верхних и нижних конечностей, в частности согласованная работа рук и ног, является одним из наиболее важных факторов, определяющих эффективность взаимодействия спортсмена с опорой. Скоординированность при отталкивании в прыжках будет эффективной, увеличивается вертикальная скорость вылета ОЦМ тела и его перемещение за время взаимодействия спортсмена с опорой, в случае совпадения во времени максимумов вертикального ускорения в ЦМ маховых звеньев с моментом максимального сгибания в коленном суставе толчковой ноги (ног) (Ал.А. Шалманов, Ан.А. Шалманов, 1986).

Вращение маховых звеньев при отталкивании – характерный и достаточно тонкий технический признак спортивных движений. Маховые действия периферическими звеньями – неотъемлемый компонент любого отталкивания. Без ускоренного движения периферическими звеньями в принципе невозможно «запустить» механизм активного взаимодействия с опорой (Ю.К. Гавердовский, 2007).

По мнению Г.Я. Соколова одной из основных характеристик, от которой зависит координационная структура отталкивания, является запаздывание маха руками, и выражается она временем между моментом начала разгибания туловища после приседания и максимумом продольного ускорения движущихся рук при махе. Это приблизительно соответствует их положению внизу. Запаздывание маха руками оказывает влияние на скорость разгибания в тазобедренном суставе, уменьшая вертикальную составляющую скорости туловища и вертикальную реакцию опоры. Чем больше время запаздывания маха руками при прыжке вверх, тем больше уменьшается давление на опору. При уменьшении времени запаздывания маха руками увеличивается давление на опору. При совпадении конца амортизации и максимального вертикального ускорения давление на опору максимально, условия отталкивания оптимальны (Г.Я. Соколов, А.П. Алябышев, 1988).

Эффективность взаимодействия спортсмена с опорой определяется также *упругими свойствами мышц*. При анализе прыжков вверх установлена зависимость величины накапливаемой силы упругой деформации в мышцах от скорости их растягивания: чем больше ускорение ОЦМ тела при его сближении с опорой, тем раньше возникает тормозящий импульс и наступает фаза смены режима работы двигательного аппарата, что приводит к возрастанию силы воздействия на опору. Следовательно больше и величина потенциальной энергии, накапливаемой в упругих компонентах двигательного аппарата (Г.И. Попов, 2005). Однако существует некоторая оптимальная скорость растягивания мышц нижних конечностей, которая определяется скоростно-силовыми характеристиками этих мышц (Ал.А. Шалманов, Ан.А. Шалманов, 1990).

Активные действия акробатов – это прежде всего мышечная работа, которая должна быть предельно оптимальной. Так, существенную роль в избрании оптимальной техники многих движений, особенно прыжково-толчковых, играют закономерности, связанные со скоростью возбуждения мышцы, или иначе – с ее инертностью. Для «включения» мышцы в эффективную работу требуется определенное время, затрачиваемое на нервно-мышечную передачу и на переход мышцы от скрытого

активного состояния к непосредственной работе с видимым механическим эффектом. Поэтому при выполнении многих, в первую очередь высокомоментных «взрывных» действий, важна быстрая мобилизация мышц по возможности с использованием «упреждающей активности» (В.Б. Коренберг, 2005). Значит при отталкивании нужно закрепить опорное звено, т. е. создать высокий тонус мышечного аппарата. Чем больше степень натяжения мышцы, тем выше ее напряжение, больше физический эффект. При этом мышца произвольно «отвечает» на ее натяжение увеличением напряжения, тяги.

Так, при подседе в прыжке вверх с места происходит укорочение четырехглавой мышцы бедра, а двуглавая при этом растягивается. Последовательное разгибание в суставах при отталкивании – вначале в тазобедренном, а затем в коленном – вызывает активное растягивание четырехглавой и укорочение двуглавой мышц бедра. Активное сгибание туловища при завершении подседа растягивает двуглавую мышцу бедра, чем создает условия для накопления в последней сил упругой деформации, которые в дальнейшем способствуют не только активному разгибанию, но и эффективному растягиванию четырехглавой мышцы бедра, то есть происходит передача накопленной энергии упругой деформации от одной мышцы к другой (Ал.А. Шалманов, Ан.А. Шалманов, 1986; В.Б. Коренберг, 2005).

Действия в фазе приседания носят жестко-упругий характер, предполагающий использование эффекта рекуперации энергии, т.е. возврата энергии, потраченной на упругую деформацию напряженных мышц в виде усилия и соответствующего ему ускорения масс тела спортсмена. При этом требование предварительного натяжения мышц относится не только к опорным звеньям тела, но и ко всему двигательному аппарату.

При выполнении прыжка вверх с места без паузы скорость растягивания четырехглавой мышцы бедра в 2,9 раза больше, чем в прыжке с паузой после приседания. Кроме того, при выполнении прыжка вверх с паузой энергия упругой деформации, накопленная в мышцах при подседании, через 3-4 секунды релаксирует в тепло (Ал.А. Шалманов, Ан.А. Шалманов, 1990).

Высота вылета верхнего зависит от мощности толчка нижним партнером. Мощность толчка с максимальным использованием силовых возможностей зависит от точного и правильного выполнения спортсменом предварительного приседания. Приседание будет эффек-

тивным, если ОЦТ спортсмена перемещается строго вертикально: ноги сгибаются в коленных суставах и перемещаются вперед – в стороны (Р.А. Роман, 1986).

Для успешного толчка немаловажное значение имеет глубина приседа. При оптимальной его глубине величина углов сгибания в коленных суставах составляет в среднем 104 градуса. При глубоком подседе, когда углы сгибания ног в коленных и голеностопных суставах становятся слишком острыми, увеличивается напряжение работающих мышц, что затрудняет выталкивание. Нерационален и значительно меньший присед. Слишком тупые углы в коленных суставах не позволяют с достаточной силой разогнать вес (И.П. Жеков, 1976; Р.А. Роман, 1986).

Техника выполнения приседания состоит из двух частей: относительно спокойного приседания и торможения. Торможение начинается при оптимальной скорости приседания. При этом путь торможения становится минимальным, а ускорение – наибольшим. А чем короче путь торможения и чем быстрее тормозится верхний, тем достигается бóльший эффект последующего его выталкивания вверх (И.П. Жеков, 1976; Р.А. Роман, 1986).

В парных акробатических упражнениях бросковое упражнение состоит из двух фаз. В первой фазе верхний партнер разгоняется в основном за счет активного действия ног. Во второй фазе разгон продолжается за счет дополнительного включения в работу мышц туловища и рук, проксимальное звено обгоняет дистальное. Скорость дистального звена наибольшая, если каждое звено разгоняется поочередно, начиная со звеньев наибольшей массы; разгон последующего звена начинается тогда, когда скорость предыдущего достигает максимума (ускорение равно нулю). Так, в начале движения сила тяжести и давление верхнего партнера на атлета начинают уменьшаться, приводя тем самым к снижению развиваемого атлетом усилия. Условия работы мышц при этом облегчаются, и в этот момент спортсмен выполняет выталкивание. Быстрота перемещения его кистей нарастает и, «накладываясь» на относительную скорость движения верхнего партнера в направлении перемещения, увеличивает их результирующую скорость. Таким образом, эффективность выполнения толчка будет выше при максимальном начальном развитии скорости броска. В этом случае в начале движения активно накапливается кинетическая энергия (И.П. Жеков, 1976; Г.И. Попов, 2005).

Принято считать, что толчок нижним спортсменом верхнего партнера тесно взаимосвязан и определенным образом согласован с отталкиванием верхнего от нижнего. Эти действия определены как отталкивание-толчок (Г.Я. Соколов, 1984).

Моделью взаимодействия акробатов в отталкивании-толчке может служить техника отталкивания спортсменов от упругой опоры.

Идеален случай, когда фазы колебания упругой опоры, нагруженной весом тела спортсмена, и активного деформирующего воздействия на нее при толчке совпадают по принципу параметрического резонанса (когда акценты пассивного и активного отталкивания совпадают) (Ю.К. Гавердовский, 2007). Это означает, что верхний спортсмен хорошо согласует свои действия с нижним спортсменом и «попадает в отталкивание».

Все сказанное определяет важнейшие требования к технике выполнения бросковых упражнений в мужских акробатических парах. Главные из них:

- ограничение амплитуды суставных движений при амортизации с сохранением суставных углов, обеспечивающих максимально возможную силу выталкивания;

- мгновенный переход от подседания с натяжением мышц к решающей фазе отталкивания и толчка с их сокращением – во избежание потери эффекта рекуперации энергии;

- высокий тонус всего мышечного аппарата, особенно опорных звеньев, на которые при отталкивании и толчке падает наибольшая физическая нагрузка (упруго-жесткий контакт с опорой, увеличение напряжения мышц по мере вхождения в фазу амортизации и др.);

- взаимодействие нижнего и верхнего при выполнении отталкивания-толчка по принципу параметрического резонанса.

Таким образом, были выделены компоненты бросковых упражнений. Формирование системы движений из данных компонентов позволит создать оптимальную технику бросковых упражнений.

2. БИОМЕХАНИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ТЕХНИКИ ВЫПОЛНЕНИЯ АКРОБАТИЧЕСКИХ УПРАЖНЕНИЙ С ФАЗОЙ ПОЛЕТА В МУЖСКИХ ПАРАХ

Рассмотрение техники сложного двигательного действия, совершенствование ее деталей, связанных с оптимальными значениями, представляет собой многотрудную задачу. Любая задача оптимизации сводится к выбору лучшего варианта исполнения двигательного действия из многих других, который позволяет достичь максимальной степени совершенства техники движения.

Выбор оптимального варианта производится путем сравнения цели и поставленных перед акробатами задач с результатом их действий. Для этого акробатическое упражнение нужно разделить на составные части, поскольку сравнивать целевую модель конкретного элемента с реально наблюдаемым двигательным действием без его разделения сложно (Л.Я. Аркаев, Н.Г. Сучилин, 2004). Для преодоления этой трудности при анализе техники используется системно-структурный подход.

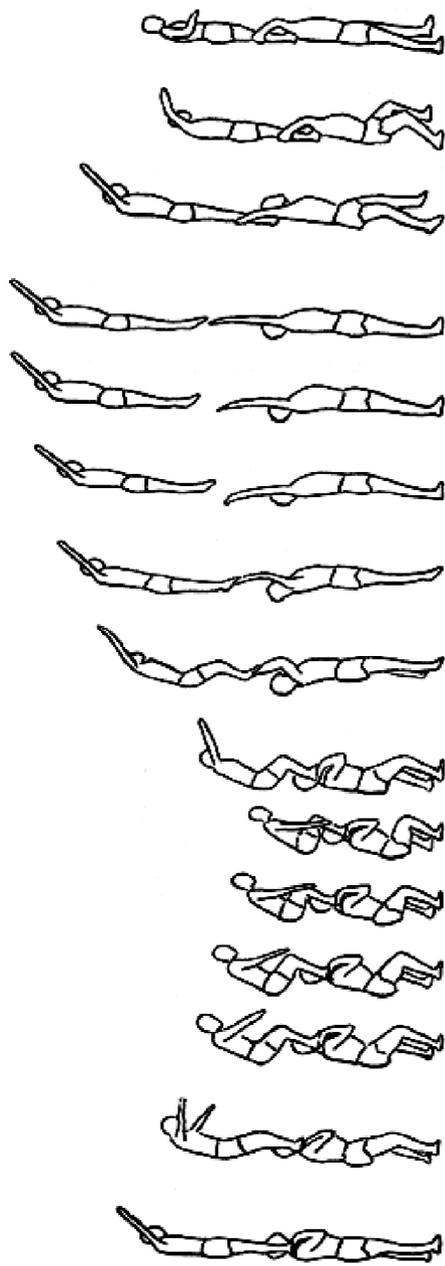
В процессе исследования было установлено, что базовой основой для вольтижных упражнений являются темповые упражнения.

Специфика исполнения темповых упражнений накладывает определенный отпечаток на технику выполнения элементов в полете, и от качества освоения темповых упражнений в дальнейшем зависит успешность исполнения профилирующих и сложных вольтижных упражнений в целом.

В связи с этим необходимо было решить следующие частные задачи:

1. Исследовать двигательный состав и структуру техники выполнения базового темпового упражнения «с рук на плечи»;
2. Разработать биомеханическую модель техники базового темпового упражнения «с рук на плечи».

Для эффективности реализации базового темпового упражнения, позволяющего верхнему партнеру достичь максимальной высоты вылета и исполнения более сложных упражнений, изучался его состав. Для этого был проведен биомеханический анализ техники данного упражнения с помощью методов киноциклографии (видеосъемки). Полученные данные позволили установить пространственные и временные элементы базового темпового упражнения (рис. 1).



Стадии упражнения (с)						
Аккумуляция		Рабочая	Реализация		Амортизация	
ускоренное приседание	торможение	отталкивание толчок	взлет	Полет	стабилизация	фиксация
			снижение			

Рис. 1 Пространственный состав темпового упражнения

Анализ базового темпового упражнения проводился по следующим стадиям (Л.Я. Аркаев, Н.Г. Сучилин, 2004).

В начальной стадии аккумуляции акробаты выполняют приседание, удерживая тело, фиксированное в прямом положении. Стадия аккумуляции включает фазы ускоренного приседания и торможения. Границами фаз считаются нулевые и максимальные значения вертикального ускорения и скорости общего центра масс спортсменов (Д.Д. Донской, В.М. Зациорский, 1979; Г.Я. Соколов, 1984).

Фаза ускоренного приседания включает приседание партнеров. При этом движение начинают оба партнера одновременно. Достигнув необходимой глубины приседа, партнеры начинают торможение.

В фазе торможения происходит притормаживание приседания, партнеры останавливаются в приседе. Данное граничное положение служит исходным положением для отталкивания верхнего партнера от нижнего и толчка нижним партнером верхнего.

Рабочая стадия наиболее активная и состоит из фазы отталкивания-толчка.

В фазе отталкивания-толчка верхний акробат производит отталкивание от рук своего партнера. Нижний при этом осуществляет выталкивание партнера вверх.

Далее следует стадия реализации. В стадии реализации осуществляется полет верхнего, нижний при этом принимает исходное положение для ловли. Эта стадия включает фазу взлета верхнего и фазу снижения.

Стадия амортизации является финальной. Нижний партнер осуществляет ловлю верхнего на плечи. Эта стадия включает в себя фазы стабилизации позы и фиксации позы.

В фазе стабилизации позы нижний партнер осуществляет балансирование выполнением движения по вертикали и горизонтали. Верхний при этом не выполняет никаких действий.

В фазе фиксации позы нижний перемещается вверх.

Движение заканчивается в конечном положении.

Для совершенствования техники базового темпового упражнения необходимо выполнить оптимизацию его параметров.

Движение заканчивается в конечном положении.

Для совершенствования техники базового темпового упражнения необходимо выполнить оптимизацию его параметров.

Так, основой для эффективного выполнения любого двигательного действия является рациональное исходное положение.

Рациональное исходное положение для базового темпового упражнения должно обеспечивать высокий уровень статодинамической устойчивости. Для этого верхний партнер сохраняет прямую линию тела. Нижний спортсмен фиксирует статическую осанку с вогнутой поясницей и применяет фронтальную постановку ног для сопротивления сагиттальным колебаниям. При этом образуется прямая линия тела нижнего и верхнего партнеров. В результате сила тяжести верхнего (P), приложенная к кистям нижнего, проходит через плечевой сустав, поясницу, тазобедренный сустав нижнего и центр площади опоры, что увеличивает устойчивость акробатов. Поэтому не возникает нагрузочных моментов на суставы нижнего спортсмена (рис. 2, а).

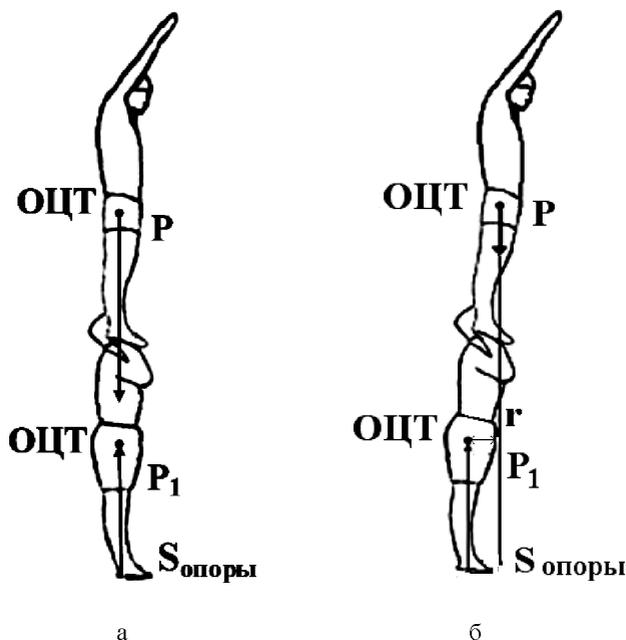


Рис. 2. Рациональное (а) и нерациональное (б) исходное положение для базового темпового упражнения:

P – сила веса верхнего; P_1 – сила реакции опоры, равная P ;
 $S_{\text{опоры}}$ – площадь опоры; $г$ – плечо силы тяжести

Таким образом, это исходное положение можно считать рациональным.

В случае же расположения ОЦТ верхнего спортсмена впереди фронтальной плоскости нижнего проекция силы тяжести его проходит на некотором удалении от совместного центра масс (рис. 2, б). В этом случае появляется плечо силы тяжести и увеличивается нагрузочный момент. Ухудшается устойчивость акробатов, поскольку ОЦМ системы приближается к передней границе площади опоры. Возникающим нагрузочным моментам противодействуют дополнительные мышечные напряжения. Это позволяет считать данное исходное положение нерациональным.

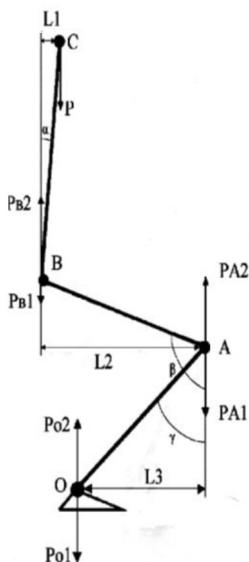
В процессе выполнения базового темпового упражнения верхний партнер совершает тонкую коррекцию своей позы, а нижний корректирует положение верхнего созданием упора в направлении потери его равновесия. При этом оба партнера сохраняют собственное рабочее положение с прямой линией тела без наклона туловища вперед (рис. 3). В данном рабочем положении ОЦТ партнеров совпадают и находятся в пределах эффективной площади опоры. Это исключает возникновение опрокидывающих моментов силы тяжести и позволяет выполнять базовое темповое упражнение с **высокой точностью**.



Рис. 3. Рабочее положение партнеров при выполнении базового темпового упражнения

Темповое упражнение начинается с предварительного приседания партнеров для разгона верхним своего тела при отталкивании и разгона верхнего нижним при его толчке.

Эффективность разгона зависит от глубины приседа или угла наклона бедра к вертикали (рис. 4, угол β), который может варьировать в пределах от 50 до 180 градусов. Минимальный угол наклона бедра возможен, когда тазобедренный сустав располагается в крайнем нижнем положении, а максимальный – в крайнем верхнем.



OA – голень;
 AB – бедро;
 BC – туловище;
 L1, L2, L3, – плечи противоположно направленных сил Po1, Po2, PA1, PA2 Pв1, Pв2, равных силе тяжести верхнего P;
 α , β , γ – углы наклона туловища, бедра и голени относительно вертикали.

Рис. 4. Биомеханическая трехзвенная модель тела человека в сагитальной плоскости

На рис. 5 приведена графическая схема трансформации нагрузочного момента при изменении угла β от 50 до 180 градусов (средние показатели).

Из рисунка видно, что при увеличении угла β от 50 до 90 градусов нагрузочный момент увеличивается до наибольшего значения при угле, равном 90 градусам. При дальнейшем увеличении угла β нагрузочный момент уменьшается.

Для достижения наибольшей скорости вылета лучше, чтобы в стартовом положении минимально возможный угол наклона бедра к вертикали у спортсменов составлял 50 градусов. В связи с этим увеличивается их путь разгона (рис. 6). Однако при выполнении ускоренного выпрямления из этого положения нагрузочный момент M_A увеличивается, создавая значительные трудности для работы мышц (см. рис. 5).

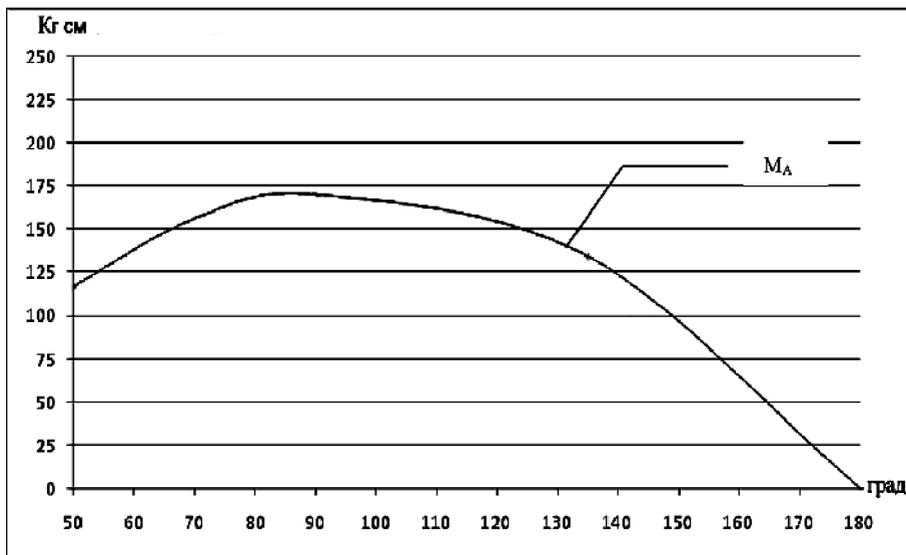


Рис. 5. Изменение нагрузочного момента (M_A) в коленном суставе в зависимости от глубины приседа (угла β наклона бедра к вертикали)

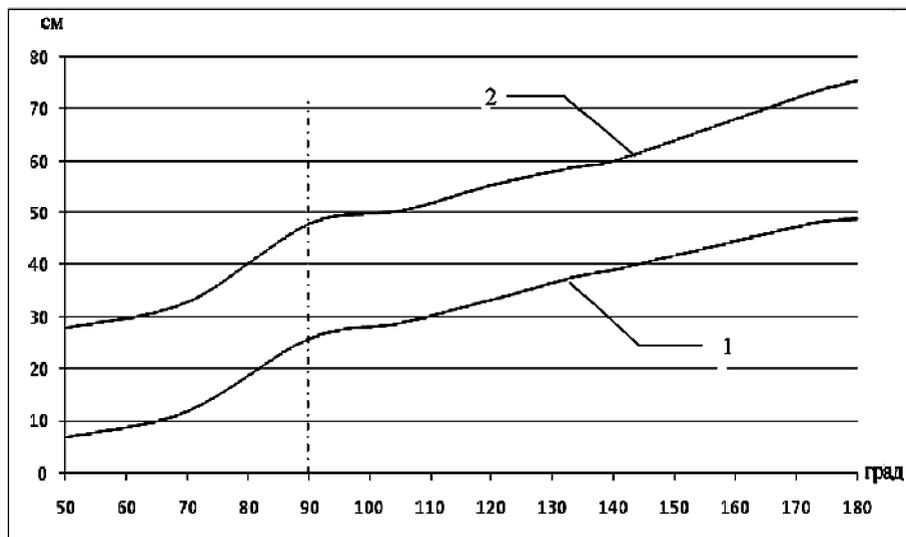


Рис. 6. Вертикальное перемещение тазобедренного (1) и плечевого (2) суставов в зависимости от глубины приседа (угла β наклона бедра к вертикали) в стартовом положении (средние показатели)

Это приводит к тому, что скорость разгона в начале движения некоторое время возрастает, а при достижении угла β до 90 градусов она снижается до минимальных значений. В последующих фазах движения преодолеваемый нагрузочный момент непрерывно уменьшается. В результате увеличивается скорость разгона верхнего в отталкивании-толчке (рис. 7).

Итак, для достижения наибольшей высоты вылета верхнего оптимальная глубина приседа партнеров должна составлять 90 градусов.

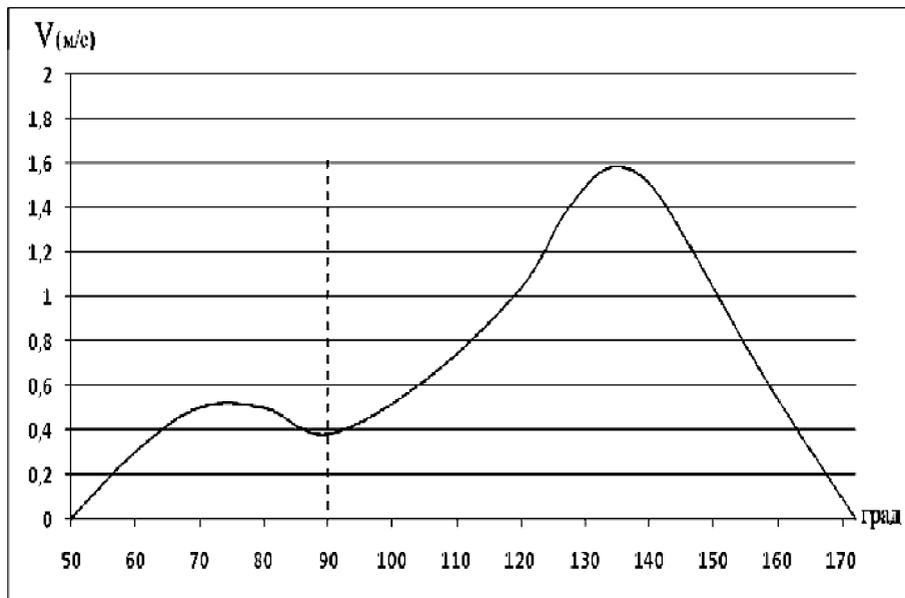


Рис. 7. Показатели скорости разгона в отталкивании-толчке при различной глубине

Толчок начинается разгибанием ног. С увеличением скорости разгибания ног увеличивается и скорость движения плечевого пояса (рис. 8, кривая 1). При глубине приседа (β) до 130-140 градусов она достигает максимума в 1,39 м/с (точка Ар). В этот момент в динамическую работу дополнительно включается следующее звено биокинематической цепи – руки. Их активные действия именно в этот момент дают дополнительный прирост суммарной скорости движения верхнего акробата на 0,62 м/с. В конечном итоге ее величина достигает значения 6,19 м/с (участок Ар-Вс на кривой 2).

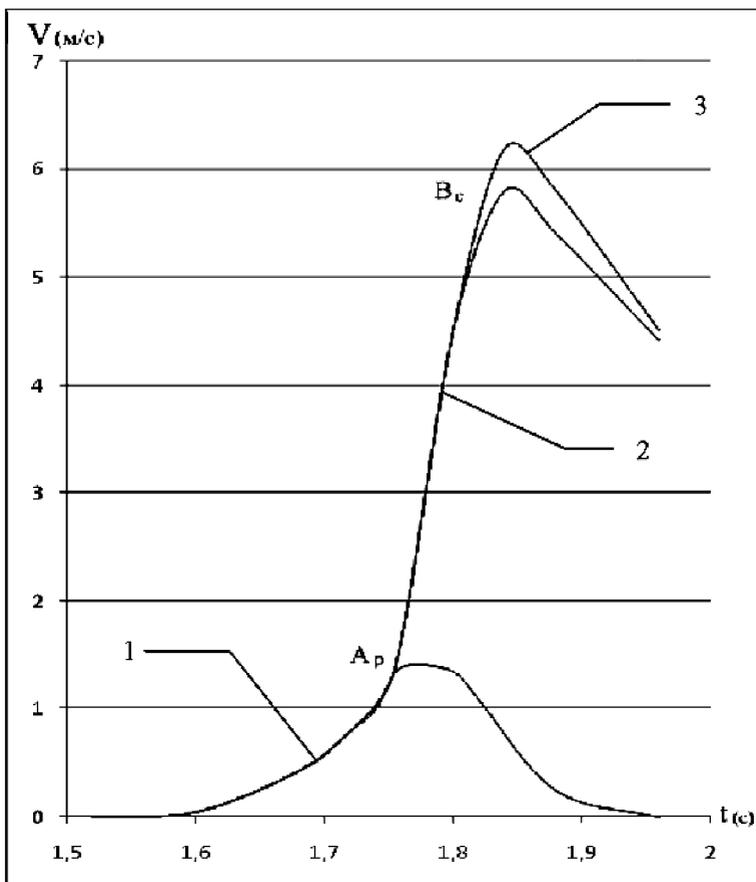


Рис. 8. Изменение скорости перемещения плечевого пояса (1) нижнего при начале разгибания рук (2) в момент достижения наибольшей скорости разгибания ног (точка A_p). Точка B_c характеризует начало разгибания стопы (3) в момент наибольшей скорости разгибания рук (2)

В момент разгибания локтя до 150-160 градусов, в работу включается еще одно звено биокинематической цепи – стопы. Завершает свою работу нижний акробат подъемом на носки (точка B_c). При этом суммарная скорость движения верхнего спортсмена возрастает дополнительно на 0,4 м/с, увеличивая и высоту его вылета. Момент отрыва верхнего соответствует достижению им максимальной вертикальной скорости, которая составляет 6,59 м/с.

Граничная поза партнеров в момент перехода в фазу полета должна приближаться к абсолютно прямому, твердому телу. Различные прогибания в момент завершения толчка нижним, а также рассогласованность действий партнеров ведут к нерациональному разложению сил, и значительная часть работы при отталкивании-толчке рассеивается на деформацию вместо перемещения в нужном направлении. Это, в свою очередь, способствует возникновению значительного количества ошибок. Кроме того, прогибание спины уменьшает жесткость нижнего партнера, и верхний, выпрямляясь, «проваливается» – не чувствует под собой жесткой опоры. Нижний акробат «демпфирует» энергию отталкивания верхнего.

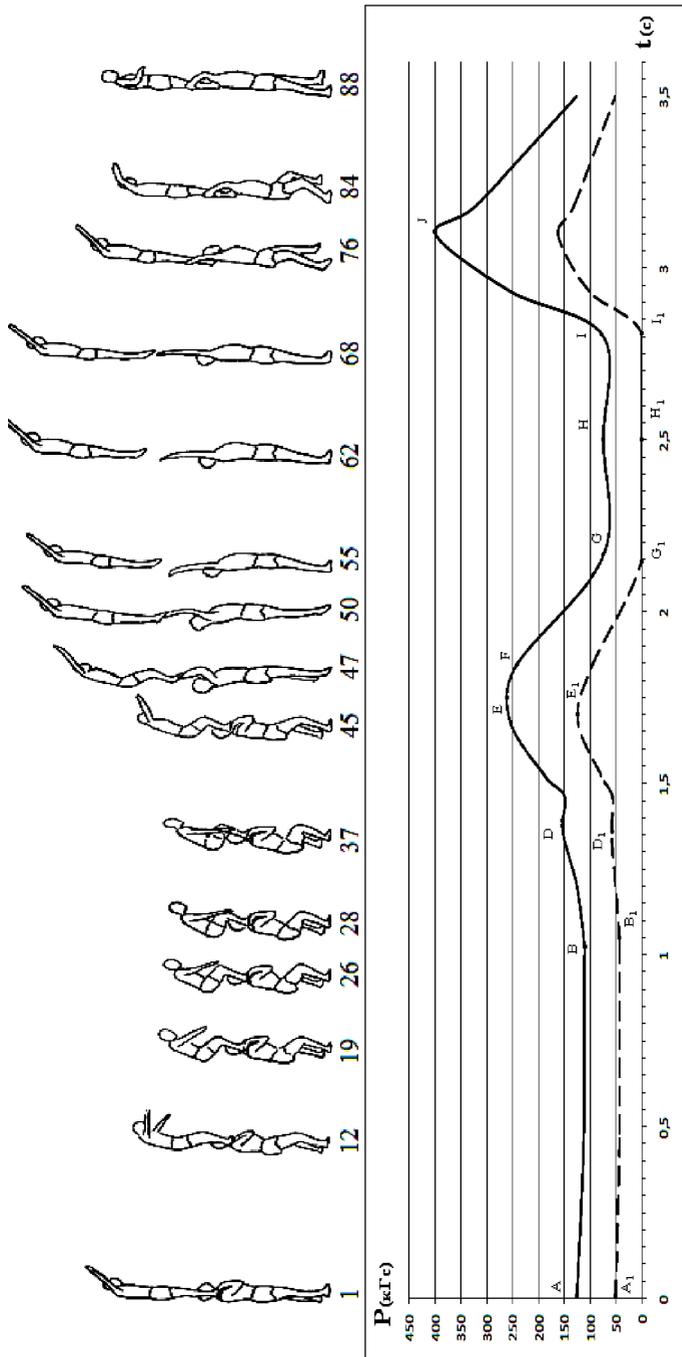
Таким образом, данная техника выполнения толчка позволяет осуществлять непрерывное наращивание скорости перемещения верхнего с наибольшей высотой его вылета.

На основе полученных данных была разработана модель техники базового темпового упражнения (рис. 9). Описание модели проводилось по следующим стадиям.

С т а д и я а к к у м у л я ц и и . В стадии аккумуляции происходит накопление кинетической энергии при движении сверху вниз. Эта стадия определяет организацию оптимальных действий и суставных движений, создающих наиболее целесообразные условия для перехода к рабочей стадии движения. Стадия аккумуляции делится на фазы ускоренного приседания и торможения.

В ф а з е у с к о р е н н о г о п р и с е д а н и я движение начинается верхний незначительным отведением рук по дуге вперед и книзу, далее назад с одновременным приседанием (кадр 12). Нижний спортсмен с началом движения своего партнера также активно начинает движение вниз, сохраняя динамическую осанку (отрезок А-В). При этом вследствие сил инерции происходит падение давления как на нижнего акробата верхним, так и всей системы на опору ($P_{\text{присед В}} = 44,36$ кГс; $P_{\text{присед С}} = 112,50$ кГс). Мышцы ног спортсменов работают в уступающем режиме.

Продолжая приседание, акробаты достигают максимальной скорости к концу этой фазы, а глубина их приседа варьирует в пределах от 135 до 120 градусов, что создает оптимальные условия для торможения (кадр 26).



Акумуляция		Рабочая		Реализация		Амортизация	
ускоренное приседание	торможение	отталкивание толчок	взлет	полет	стабилизация	фиксация	
1,05	0,46	0,44	-	-	0,33	0,13	
1,04	0,42	0,40	0,26	0,40	0,33	0,13	

Рис. 9. Биомеханическая модель техники выполнения темпового упражнения: — вертикальная опорная реакция системы верхний-нижний; - - - - вертикальная опорная реакция верхнего акробата

Следует отметить, что нижний копирует движения верхнего и поэтому выполняет ускоренное приседание вниз согласованно с ним.

Если длительность приседания верхнего составляет $t_{\text{присед}} = 1,04$ с, то у нижнего – $t_{\text{присед}} = 1,05$ с, опережение действий нижнего верхним партнером составляет не более 0,01 с. При этом характерные точки В и В₁ на тензограмме совпали, что говорит о синхронности действий акробатов.

Фаза торможения характеризуется возникновением отрицательного ускорения, которое приводит к замедлению движения партнеров, заканчивающегося напряженным приседом (кадр 37). В этом случае при торможении величина развиваемых усилий резко возрастает, достигая значительного уровня ($P_{\text{тор В}} = 79,59$ кгс; $P_{\text{тор С}} = 168,52$ кгс). В результате повышается напряжение мышц ног акробатов.

Торможение партнеры начинают при глубине приседа (угол β) в пределах 135-120 градусов (кадры 26, 28). При полной остановке движения глубина приседа достигает 90 градусов (кадр 37). В этот момент скорость ОЦМ тел у обоих партнеров равна нулю и мышцы ног работают в изометрическом режиме.

Длительность выполнения данной фазы у обоих спортсменов примерно одинакова и составляет в среднем у нижнего – $t_{\text{торм}} = 0,46$ с, а у верхнего – $t_{\text{торм}} = 0,42$ с, опережение действий нижнего верхним партнером составляет до 0,04 с.

Как видно на тензограмме, характерные точки D и D₁ совмещены и усилие на опору максимально, что объясняется совпадением действий акробатов при торможении.

Данные условия позволяют достичь возникновения и последующего эффективного использования сил упругой деформации мышц нижнего.

Вместе с тем максимум динамических усилий на опору в момент переключения от сгибания ног на разгибание является одним из основных условий повышения рабочего эффекта движений, выполняющихся в плиометрическом режиме работы мышц (Ю.В. Верхошанский, 1988; В.Н. Платонов, 1997).

Таким образом, согласованное торможение нижнего и верхнего говорит об оптимальном взаимодействии партнеров.

Особенностью данной фазы является создание нижним благоприятных условий для выполнения верхним спортсменом эффективного от-

талкивания. Нажимая на опору (кисти партнера), акробат «испытывает» ее на прочность вертикальной силой, которой отвечает реактивная сила в виде вертикальной составляющей опорной реакции. В этой фазе верхний спортсмен должен добиться максимально полезной «деформации» опорных звеньев нижнего, запасая при этом потенциальную энергию упругой деформации.

Рабочая стадия, в которой кинетическая энергия расходуется на работу по подъему ОЦМ тела при движении снизу вверх, следует непосредственно за стадией аккумуляции и представляет собой решающее звено в цепи действий, составляющих всё упражнение. Она включает энергообразующие действия, позволяющие строить акробатическое упражнение как активный двигательный акт, и состоит из отталкивания-толчка.

Фаза отталкивания-толчка – главные действия броска, поскольку в ней выполняется решающая двигательная задача – придание верхнему партнеру максимальной высоты вылета.

Как следует из результатов исследования, оптимальность техники выполнения базового темпового упражнения тем выше, чем меньше временной промежуток между моментом смены направления движения с приседания на выпрямление (см. рис. 9). При этом энергия, получаемая при взаимодействии с опорой, используется наилучшим образом и рассеивание ее минимально. Поэтому после достижения нулевой скорости в фазе торможения партнеры за счет активной работы мышц-разгибателей ног сразу же начинают ускоренное выпрямление. Причем нижний начинает толчок разгибанием ног и только после их разгибания доталкивает верхнего руками, а верхний при отталкивании незначительно опережает нижнего партнера.

Фаза отталкивания-толчка характеризуется повторным наращиванием усилий как верхнего на нижнего (отрезок D_1-E_1), так и всей системы верхний-нижний на опору (отрезок D-E).

В данной фазе мышцы разгибатели коленного и тазобедренного суставов выполняют динамическую работу, в этой фазе регистрируется максимальное давление на опору и максимальная скорость движения акробатов.

Самое важное здесь то, что опорная реакция должна всегда быть выше статического веса системы верхний-нижний, поскольку сила,

превышающая вес акробатов, является подъемной силой и постоянно наращивает вертикальную скорость их движения (В.И. Фролов, 1980).

Наблюдается закономерность: чем больше время запаздывания (опережения) одного и того же спортсмена (при одинаковых прочих условиях), тем больше выражено уменьшение давления на опору.

При уменьшении времени запаздывания спортсмена давление на опору увеличивается.

При совпадении начала толчка нижним и отталкивания верхним давление на опору максимально. При этом по тензограмме видно, что характерные точки E и E_1 совпали. В итоге создается наибольшее давление на опору, наибольшая подъемная сила ($P_{\text{отт В}} = 124,96 \text{ кГс}$; $P_{\text{тол С}} = 255,71 \text{ кГс}$) (см. рис. 9).

Таким образом, при согласованной работе партнеров производится «попадание в толчок». При этом увеличиваются сила и скорость броска (точка E) и в результате – высота вылета верхнего.

Максимальной скорости оба спортсмена достигают практически одновременно в момент полного выпрямления с незначительным обгоном верхним своего партнера в среднем на $0,04 \text{ с}$.

Длительность выполнения этой фазы у акробатов практически равна и составляет у нижнего $0,44 \text{ с}$, а у верхнего – $0,40 \text{ с}$.

С т а д и я р е а л и з а ц и и . Поступательное движение в полете верхнего происходит независимо от его действий и определяется механическим состоянием в момент прекращения связи с опорой.

Задача технических действий верхнего в полете состоит в возможно более полном использовании заданных от опоры условий полета.

Во время полета его вертикальная составляющая опорной реакции равна нулю (отрезок G_1-I_1). В данной фазе отсутствует контакт между партнерами и полет состоит из взлета верхнего (G_1-H_1) и его снижения (H_1-I_1).

При взлете верхний акробат выпрямляется и оттягивается от нижнего (кадр 50). При этом в момент отрыва, в результате согласованной работы в фазе отталкивания-толчка, сила броска составила $244,48 \text{ кГс}$ (точка F). В результате высота вылета верхнего от пола увеличилась до $3,43 \text{ м}$ (кадр 62, точка H_1), а длительность его полета – до $0,66 \text{ с}$.

С т а д и я а м о р т и з а ц и и . Основная задача технических действий в данной стадии состоит в полной остановке движения. При этом происходит поглощение накопленной в полете кинетической энергии

верхнего партнера и прием его на плечи без потери равновесия. Стадия амортизации включает фазу стабилизации позы и фазу фиксации позы.

Фаза стабилизации позы сопровождается значительным всплеском вертикальной составляющей усилий при приземлении верхнего на плечи нижнего – до 400 кГс (кадр 76, точка J). Мышцы нижнего в процессе приседания работают в уступающем режиме высокой мощности. В крайней нижней точке приседа режим работы мышц нижнего меняется с уступающего на преодолевающий.

В фазе стабилизации позы при балансировании верхнего кривая усилий нижнего имеет плавные обводы без резких перепадов.

Фаза фиксации позы направлена на сохранение статического положения. Эта последняя фаза представляет собой декоративный финал упражнения, лишенный серьезной рабочей нагрузки.

Таким образом, проведенное исследование техники выполнения базового темпового упражнения позволяет сделать заключение о том, что исполнение его на высоком техническом уровне зависит от эффективности реализации совместных действий партнерами в стадии аккумуляции и рабочей стадии, и от параметров упражнения.

К модельным параметрам темпового упражнения относятся:

- высота вылета верхнего, которая составляет в среднем 3,43 м;
- время полета верхнего 0,66 с;
- длительность фазы ускоренного приседания верхнего 1,04 с, нижнего 1,05 с;
- длительность фазы торможения верхнего 0,42 с, нижнего 0,46 с;
- длительность фазы отталкивания-толчка верхнего 0,40 с, нижнего 0,44 с;
- глубина приседа (угол наклона бедра к вертикали нижнего), которая составляет 90-110 градусов;
- наклон туловища вперед нижнего до 10 градусов;
- суммарная скорость в момент отрыва верхнего партнера, которая достигает в среднем 6,59 м/с;
- величина вертикальной составляющей усилий в момент отрыва верхнего партнера, которая составляет в среднем 244,48 кГс.

3. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РАЗЛИЧНЫХ ВАРИАНТОВ ТЕХНИКИ ВЫПОЛНЕНИЯ УПРАЖНЕНИЙ С ФАЗОЙ ПОЛЕТА В МУЖСКИХ ПАРАХ

Предварительные исследования позволили определить оптимальную технику выполнения базового темпового упражнения.

Как известно, характер изменения скорости и ускорения движения служит объективным критерием эффективности движения, т. е. критерием технического мастерства спортсменов (И.П. Жеков, 1976; Г.Я. Соколов, 1984; Ал.А. Шалманов, Ан.А. Шалманов, 1986). Поэтому для выявления отличий оптимальной техники базового темпового упражнения с традиционным способом был проведен их сравнительный анализ по скоростям и ускорениям.

При выполнении упражнения с соблюдением модельных параметров в стадии аккумуляции регистрируются более низкие показатели скоростей и ускорений, а в рабочей стадии – более высокие (рис. 10).

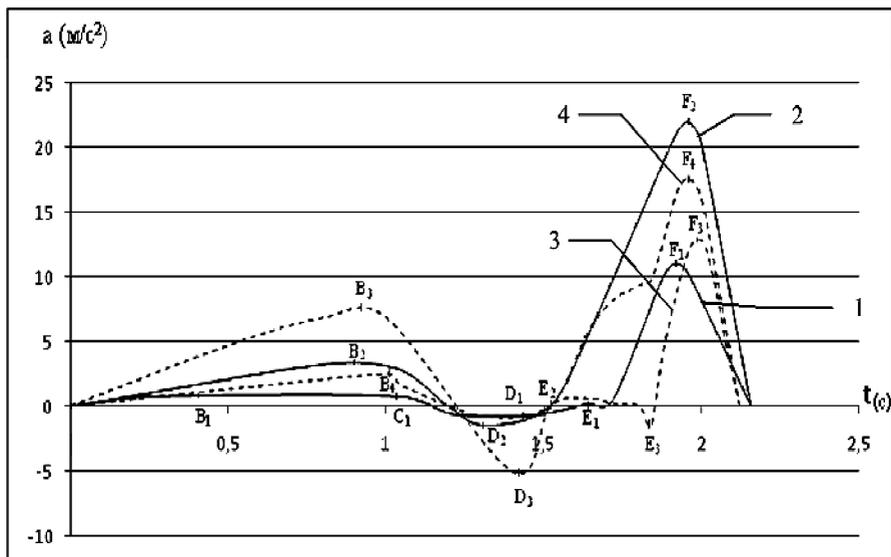


Рис. 10. Изменение ускорения акробатов при выполнении базового темпового упражнения:

1 – кривая ускорения нижнего акробата (оптимальная техника); 2 – кривая ускорения верхнего акробата (оптимальная техника); 3 – кривая ускорения нижнего акробата (традиционная техника); 4 – кривая ускорения верхнего акробата (традиционная техника)

Анализ графиков ускорения показывает, что в оптимальной технике упражнения в фазе ускоренного приседания после достижения наибольшей величины ускорение стабилизируется у нижнего в точке B_1 ($\alpha = 0,75 \text{ м/с}^2$) на достаточно длительном отрезке B_1-C_1 , у верхнего в точке B_2 ($\alpha = 3,25 \text{ м/с}^2$) (рис. 10).

При этом глубина приседа (угол β) акробатов достигает своего оптимального значения в пределах от 135 до 120 градусов. Скорость приседания нижнего достигает 0,76 м/с (точка v_1), верхнего – 0,46 м/с (точка v_2) (рис. 11).

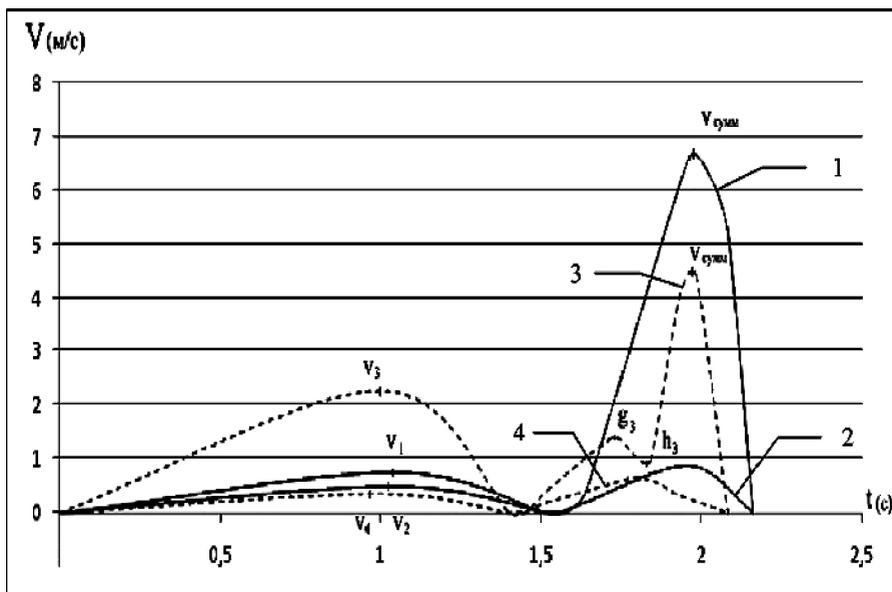


Рис. 11. Изменение скорости перемещения акробатов при выполнении базового темпового упражнения:

1 – кривая скорости нижнего акробата (оптимальная техника); 2 – кривая скорости верхнего акробата (оптимальная техника); 3 – кривая скорости нижнего акробата (традиционная техника); 4 – кривая скорости верхнего акробата (традиционная техника)

Различия показателей скоростей и ускорений партнеров минимальны. Поэтому наблюдается высокая согласованность взаимодействия акробатов. Так, опережение действий нижнего верхним партнером составляет не более 0,01 с.

У пары, использующей традиционную технику упражнения, максимального ускорения в $6,85 \text{ м/с}^2$ нижний партнер достигает только в конце движения – в точке B_3 , вследствие чего скорость его разгона в фазе ускоренного приседания возрастает до величины $2,27 \text{ м/с}$ (точка v_3). Ускорение верхнего при этом составило $2,5 \text{ м/с}^2$ (точка B_4), а скорость его приседания возросла до $0,4 \text{ м/с}$ (точка v_4).

Как видно, различия показателей скоростей и ускорений партнеров более существенны. Нижний значительно опережает верхнего акробата. В результате наблюдается несогласованность взаимодействия акробатов: опережение нижним действий верхнего партнера составляет $0,10 \text{ с}$.

В момент торможения разгона в фазе торможения ускорение становится отрицательным.

У нижнего партнера при выполнении упражнения оптимальным способом при глубине приседа в 120 градусов в точке D_1 оно достигает значения, равного $-0,58 \text{ м/с}^2$, у верхнего, при той же глубине приседа, в точке D_2 – $-1,46 \text{ м/с}^2$. При увеличении глубины приседа партнеров до 90 градусов ускорение торможения в точках E_1 и E_2 становится равным нулю. На этом заканчивается фаза торможения. Опережение действий нижнего верхним партнером составляет $0,04 \text{ с}$.

В традиционной технике упражнения нижний акробат при достижении угла наклона бедра в 120 градусов в точке B_3 начинает плавное замедление движения с непостоянной интенсивностью, резко дотормаживая в последний момент (точка D_3). Ускорение торможения достигает наибольшего значения и составляет $-5,13 \text{ м/с}^2$. Это происходит вследствие большей начальной скорости в фазе ускоренного приседания (точка v_3), что, в свою очередь, способствует увеличению пути приседания и прохождению эффективного стартового положения. Глубина приседа при этом достигает 70 градусов, ускорение в данном положении становится равным нулю. В подобном случае выполнение броска сопровождается сначала значительным снижением скорости и только потом ее нарастанием (см. рис. 7), что существенно снижает высоту вылета верхнего. Подобного явления у акробатов, владеющих оптимальной техникой выполнения базового темпового упражнения, не наблюдается.

Верхний начинает торможение приседания при глубине приседа 140 градусов. Но вследствие превосходства в скорости приседания нижним в фазе ускоренного приседания верхний акробат не успевает

достичь оптимального положения и останавливается при глубине приседа в 120 градусов. Опережение нижним действий верхнего партнера составило 0,17 с.

В фазе отталкивания-толчка ускорение у обоих спортсменов резко нарастает. Из крайнего нижнего положения в 90 градусов при выполнении оптимальной техники упражнения нижний и верхний акробаты практически сразу начинают ускоренное выпрямление. Ускорение нижнего при этом достигает величины $11,1 \text{ м/с}^2$ (точка F_1), а суммарное ускорение верхнего – $22,05 \text{ м/с}^2$ (точка F_2). Вследствие этого к завершению толчка суммарная скорость вылета верхнего достигла величины $6,59 \text{ м/с}$ (точка $v_{\text{сум}}$). При этом отмечается высокая согласованность взаимодействия акробатов. Опережение действий нижнего верхним составляет не более 0,04 с. В результате этого высота вылета верхнего составила 3,43 м.

В традиционной технике нижний опаздывает с выполнением активных действий. При достижении в фазе торможения крайнего нижнего положения, при котором глубина приседа составляет 70 градусов, он останавливается на 0,8 с (отрезок D_3-E_3) и только потом начинает ускоренное выпрямление ног. При этом ускорение его выпрямления в толчке достигает значения $12,2 \text{ м/с}^2$ (точка F_3).

Кроме того, вследствие нерациональной работы кинематической цепи нижнего резко снижается скорость его толчка (рис. 11, отрезок g_3-h_3).

Верхний акробат после фазы торможения сразу же начинает отталкивание. Но из-за меньшей глубины приседа он опережает нижнего в фазе отталкивания-толчка. Суммарное ускорение верхнего – $17,6 \text{ м/с}^2$ (точка F_4).

Опережение верхним акробатом нижнего нарушает согласованность выполнения активных действий обоими партнерами. Подобная несогласованная работа способствует достижению акробатами максимальных скоростей в разное время.

Несогласованные действия приводят к тому, что верхний акробат опережает своего партнера на 0,10 с. Это способствует значительному уменьшению суммарной скорости его вылета. К моменту окончания толчка данный показатель достигает величины $4,41 \text{ м/с}$.

Высота вылета верхнего составила всего 3,14 м.

На высоту вылета значительно влияет момент отрыва верхнего от рук партнера. Как видно из рис. 12, у акробатов, исполняющих базовое

темповое упражнение согласованно, точка отрыва верхнего находится практически на пике достижения им максимальной скорости (точка L_1).

При выполнении базового темпового упражнения традиционным способом верхний акробат после отталкивания останавливается на руках нижнего. При этом нижний выполняет доталкивание. Поэтому в момент отрыва скорость верхнего существенно ниже пика достижения им максимальной скорости (точка L_2). Это значительно снижает высоту вылета акробата.

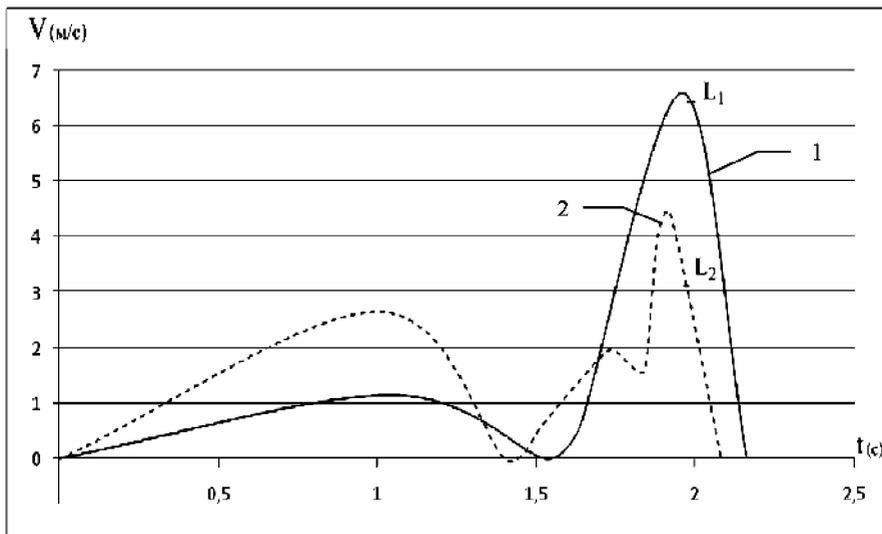


Рис. 12. Суммарная скорость отрыва верхнего акробата при выполнении базового темпового упражнения:

1 – кривая скорости верхнего акробата (оптимальная техника); 2 – кривая скорости верхнего акробата (традиционная техника)

Оптимальная техника базового упражнения определяется характером распределения усилий на опору в системе верхний-нижний (таблица).

Так, при высокой согласованности движений акробаты развивают значительно бóльшие усилия. Это позволяет достичь силы броска при отрыве верхнего более 244,48 кГс.

При низком уровне исполнения базового темпового упражнения акробаты развивают усилия в 224,24 кГс (см. таблицу).

**Таблица Усилия, развиваемые спортсменами при выполнении отдельных фаз
базового темпового упражнения**

Отдельные фазы темпового упражнения	Обозначения	Усилия, развиваемые акробатами при выполнении темпового упражнения			
		Оптимальная техника		Традиционная техника	
		верхний	система верхний- нижний	верхний	система верхний- нижний
Ускоренное приседание	$R_{\text{присед}}$	44,36	112,50	36,61	79,16
Торможение	$R_{\text{тор}}$	79,59	168,52	59,75	154,14
Отталкивание	$R_{\text{отт}}$	124,96	-	112,90	-
Толчок	$R_{\text{тол}}$	-	255,71	-	235,71
Отрыв	$R_{\text{отр}}$	-	244,48	-	224,24
Реализация	$R_{\text{пол}}$	0	75,50	0	75,50
Стабилизация позы	$R_{\text{стаб}}$	163,43	400,71	136,90	335,66
Фиксация позы	$R_{\text{фик}}$	52,0	127,50	52,0	127,50

Таким образом, при выполнении упражнения оптимальным способом усилия на опору выше на 20,24 кгс по сравнению с традиционными. В результате этого высота вылета верхнего в стадии реализации при высокой согласованности взаимодействия увеличивается на 0,29 м.

Итак, сравнительный анализ различных вариантов техники исполнения базового темпового упражнения показал, что оптимальное его выполнение характеризуется более высокими скоростями и ускорениями ОЦМ спортсменов в рабочей стадии, поскольку были оптимизированы параметры упражнения: длительность фаз взаимодействия партнеров, согласованность взаимодействия партнеров, оптимизирован наклон туловища вперед нижнего, глубина приседа нижнего, последовательность включения в работу звеньев тела нижнего в фазе отталкивания-толчка, в которых более эффективно используются внешние и внутренние силы.

Заключение

Подводя итог анализа научных и методических материалов отечественных и зарубежных исследований, посвященных поиску и разработке способов выполнения бросковых упражнений в парных видах спортивной акробатики, можно выделить круг вопросов, имеющих большую практическую и научно-познавательную ценность, ответы на которые требуют дополнительных исследований.

Одним из ключевых вопросов является разработка оптимального варианта исполнения бросковых упражнений, который обеспечивает более эффективное выполнение сложных акробатических элементов.

Теоретическое изучение проблемы позволило определить основные виды существующих взаимодействий в совместной работе партнеров. При этом были установлены компоненты техники бросковых упражнений, которые влияют на техничность их выполнения.

Биомеханический анализ структурных и параметрических связей базового темпового упражнения позволил определить оптимальные параметры данных компонентов техники.

Таким образом, в результате оптимизации компонентов техники базового темпового упражнения была разработана техническая модель выполнения бросковых упражнений, которая позволяет выполнять более сложные акробатические упражнения.

Вместе с тем был проведен сравнительный анализ различных вариантов техники выполнения базового темпового упражнения с учетом изменения скоростей и ускорений при выполнении упражнения, поскольку характер изменения скорости и ускорения служит объективным критерием целесообразности структуры движения, т. е. критерием технического мастерства спортсменов.

В результате сравнительного анализа было выявлено, что разработанная модель техники выполнения базового темпового упражнения значительно эффективней традиционного способа его исполнения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абалаков, В.М. Новая аппаратура для изучения спортивной техники [Текст] / В.М. Абалаков. – М.: Физкультура и спорт, 1960. – 98 с.
2. Акробатика [Текст] / под ред. Е.Г. Соколова – М.: ФиС, 2003.
3. Александрова, А.В. Модельные характеристики специальной подготовленности квалифицированных спортсменов [Текст]: автореф. дис. ... канд. пед. наук / А.В. Александрова. – Киев, 1983. – 21 с.
4. Ашмарин, Б.А. Теория и методика педагогических исследований в физическом воспитании [Текст]: пособие для студентов, аспирантов и преподавателей институтов ФК / Б.А. Ашмарин. – М.: Физкультура и спорт, 1978. – 223 с.
5. Барсагов, М.Д. Методика специальной подготовки гимнастов к приземлению в соревновательном упражнении на основе биомеханики двигательных действий [Текст]: дис. ... канд. пед. наук / М.Д. Барсагов; КБГУ. – Нальчик, 2005. – 191 с.
6. Баршай, В.М. Исследование взаимосвязей процессов развития физических качеств и формирование двигательных навыков у юных акробатов [Текст]: автореф. дис. ... канд. пед. наук / В.М. Баршай. – М., 1973. – 22 с.
7. Бачин, В.П. Разработка модельных характеристик технической подготовленности пловцов 10-14 лет [Текст] / В.П. Бачин, С.П. Шушаков // Материалы научной конференции по итогам работы за 1990-91 годы. – Омск: ОГИФК.
8. Бернштейн, Н.А. О построении движений [Текст] / Н.А. Бернштейн. – М.: Медицина, 1947. – 255 с.
9. Бернштейн, Н.А. Очерки о физиологии движений и физиологии активности [Текст] / Н.А. Бернштейн. – М.: Медицина, 1966. – 166 с.
10. Берталанфи, Л. Фон. Общая теория систем – обзор проблем и результатов [Текст] / Л. Фон. Берталанфи // Системные исследования: ежегодник. – М.: 1969. – С. 28-34.
11. Блауберг, И.В. Проблема целостности и системный подход [Текст]: монография / И.В. Блауберг. – М.: Эдиториал УРСС, 1997. – 446 с.
12. Богданов, В.А. Роль информации о силовом взаимодействии между стопами и опорой в процессе управления локомоций [Текст] / В.А. Богданов, В.С. Гурфинкель // Биофизика. – 1975. – С. 522-529.

13. Болобан, В.Н. Динамическая устойчивость системы тел при выполнении упражнений парной акробатики [Текст] / В.Н. Болобан, А.В. Тишлер // Теория и практика физической культуры. – 1977. – № 1. – С. 22-25.
14. Болобан, В.Н. Поза как элемент двигательной совместимости групповых акробатов [Текст] / В.Н. Болобан // Теория и практика физической культуры. – 1978. – № 6. – С. 13-16.
15. Вишневский, Э.А. Исследование биомеханической структуры сложных акробатических упражнений и процесса обучения им [Текст]: автореф. дис. ... канд. пед. наук / Э.А. Вишневский. – М., 1963. – 20 с.
16. Гавердовский, Ю.К. О режимах работы мышц гимнаста [Текст] / Ю.К. Гавердовский // Гимнастика: ежегодник. – М.: Физкультура и спорт, 1987. – С. 47.
17. Гавердовский, Ю.К. О каузальной структуре спортивных движений [Текст] / Ю.К. Гавердовский // Теория и практика физической культуры. – 2003. – № 2. – С. 14-19.
18. Гавердовский, Ю.К. Обучение спортивным упражнениям. Биомеханика. Методология. Дидактика [Текст] / Ю.К. Гавердовский. – М.: Физкультура и спорт, 2007. – 912 с.
19. Гагин, Ю.А. Методические указания к выполнению расчетно-аналитических работ по биомеханике [Текст] / Ю.А. Гагин, Н.Б. Кичайкина. – Л.: ГИФК, 1974. – 58 с.
20. Гороховский, Л.З. Биомеханические основы техники создания вращений и управление ими в сложнокоординационных видах спорта [Текст] / Л.З. Гороховский. – М.: МГПУ, 1992. – 122 с.
21. Демин, В.А. Методологические вопросы системных исследований спортивной деятельности [Текст] / В.А. Демин, Р.А. Пилоян, Г. Фураев // Материалы конф. молодых ученых, сотрудников ВНИИФК за 1972 г. – М., 1973. – С. 38-40.
22. Донской, Д.Д. Биомеханика с основами спортивной техники: учеб. для ин-тов физ. культуры [Текст] / Д.Д. Донской. – М.: Физкультура и спорт, 1971. – С. 5-78.
23. Донской, Д.Д. Биомеханика: учеб. для ин-тов физ. культуры [Текст] / Д.Д. Донской, В.М. Зацюрский. – М.: Физкультура и спорт, 1979. – 264 с.
24. Донской, Д.Д. Теория строения движений [Текст] / Д.Д. Донской // Теория и практика физической культуры. – 1991. – № 3. – С. 10-11.

25. Жеков, И.П. Биомеханика тяжелоатлетических упражнений [Текст] / И.П. Жеков. – М.: Физкультура и спорт, 1976. – 192 с.
26. Зацюрский, В.М. Биомеханика двигательного аппарата человека [Текст] / В.М Зацюрский. – М.: Физкультура и спорт, 1981. – 98 с.
27. Измерения и вычисления в спортивно-педагогической практике [Текст]: учеб. пособие для студ. вузов ФК / [В.П. Губа и др.] – М.: СпортАкадемПресс, 2002. – 211 с.
28. Кабачков, В.А. О влиянии занятий акробатикой на устойчивость вертикальной позы [Текст] / В.А. Кабачков, В.Н. Питомцев // Материалы Всесоюз. науч.-практ. конф. по спорт. акробатике. – М., 1974. – С. 72-73.
29. Карпеев, А.Г. Направления и принципы изучения двигательных координаций основных видов движений [Текст] / А.Г. Карпеев // Теория и практика физической культуры. – 1995. – № 9. – С. 5-7.
30. Ключков, Т.С. Экспериментальное исследование эффективности обучения акробатическим прыжкам на упругой опоре переменной жесткости [Текст]: дис. ... канд. пед. наук / Т.С. Ключков. – М., 1975. – 211 с.
31. Кожекин, И.П. Совершенствование двигательных действий тяжелоатлета методом управления их биомеханической структурой [Текст]: автореф. дис. ... канд. пед. наук / И.П. Кожекин. – Малаховка: МГАФК, 1998. – 23 с.
32. Коренберг, В.Б. Маховые движения при отталкивании [Текст] / В.Б. Коренберг // Легкая атлетика. – 1960. – № 3. – С. 18-20.
33. Коренберг, В.Б. Отражение зависимости «сила-скорость» в спортивно-гимнастической технике [Текст] / В.Б. Коренберг // Гимнастика: ежедневник. – М.: Физкультура и спорт, 1973. – Вып. 1. – С. 24-30.
34. Коренберг, В.Б. Основы качественного биомеханического анализа [Текст] / В.Б. Коренберг. – М.: Физкультура и спорт, 1979. – 208 с.
35. Коренберг, В.Б. Основы спортивной кинезеологии [Текст]: учеб. пособие / В.Б. Коренберг. – М.: Советский спорт, 2005. – 232 с.
36. Коркин, В.П. Спортивная акробатика: учеб. для ин-тов физ. культуры / В.П. Коркин. – М.: Физкультура и спорт, 1981. – 240 с.
37. Крестовников, А.Н. Очерки по физиологии физических упражнений [Текст] / А.Н. Крестовников. – М.: Физкультура и спорт, 1972. – 532 с.

38. Кузнецов, В.В. К проблеме модельных характеристик квалифицированных спортсменов [Текст] / В.В. Кузнецов, А.А. Новиков // Теория и практика физической культуры. – 1975. – № 1. – С. 59-62.

39. Кузнецов, Ю.Л. Методика обучения сложным оригинальным акробатическим упражнениям на основе анализа их техники [Текст]: автореф. дис. ... канд. пед. наук / Ю.Л. Кузнецов. – Л., 1978. – 21 с.

40. Кузнецов, А.И. Оценка качеств спортивной техники по рассогласованию временных показателей структурно-ритмической организации движений [Текст] / А.И. Кузнецов, А.И. Абдурахманов, Н.В. Колесников [и др.] // Теория и практика физ. культуры. – 1986. – № 5. – С. 33-36.

41. Курьсь, В.Н. Основы познания физического упражнения [Текст]: учеб. пособие / В.Н. Курьсь. – Ставрополь: Изд-во СГУ, 1998. – 130 с.

42. Лешин, А.О. Анализ механизма отталкивания прыжка вверх толчком двумя [Текст] / А.О. Лешин // Научно-практические основы двигательных действий в сложнокоординационных видах спорта: сб. ст. – Смоленск: СГИФК, 2001. – С. 77-81.

43. Методика применения киносъемки одной неподвижной камерой для определения параметров спортивных движений [Текст]: метод. рекомендации / сост. Г.И. Попов, Р. Николаус, Ф. Хильдебрант [и др.] – М.: ВНИИФК, Спорткомитет СССР, 1984. – 36 с.

44. Назаров, В.Т. Движения спортсменов [Текст] / В.Т. Назаров. – Минск: Полымя, 1984. – 87 с.

45. Овчинников, В.А. Пути повышения устойчивости приземлений в процессе подготовки гимнастов высокой квалификации [Текст]: автореф. дис. ... канд. пед. наук / В.А. Овчинников. – Волгоград, 1995. – 24 с.

46. Основы научно-методической деятельности [Текст]: учеб. пособие / С.Н. Кучкин, Ю.Н. Москвичев, В.П. Медведев [и др.] – Волгоград, 1996. – 98 с.

47. Павлов, Т. Совершенствование техники приземления – актуальная проблема гимнастической практики [Текст] / Т. Павлов // Вопросы физической культуры НРБ. – 1987. – № 4. – С. 5-6.

48. Пилюян, Р.А. Основы научно-исследовательской работы в спорте [Текст] / Р.А. Пилюян. – М.: Физкультура и спорт, 1989. – 51 с.

49. Попов, Л.П. О логической структуре системного подхода [Текст] / Л.П. Попов, Б.И. Баландин // Тезисы докладов науч. конф. за 1979 г. – Л.: ВДКИФК, 1980. – С. 19-20.
50. Попов, Г.И. Биомеханика [Текст]: учеб. для студ. вузов / Г.И. Попов. – М.: Академия, 2005. – 256 с.
51. Резников, Ю.А. Объективные критерии оценки эффективности техники в видах спорта с субъективной оценкой результатов [Текст]: автореф. дис. ... канд. пед. наук / Ю.А. Резников. – М., 1974. – 32 с.
52. Роман, Р.А. Тренировка тяжелоатлета [Текст] / Р.А. Роман. – 2-е изд., перераб., доп. – М.: Физкультура и спорт, 1986. – 175 с.
53. Сальченко, И.Н. Двигательные взаимодействия спортсменов [Текст] / И.Н. Сальченко. – Киев: Здоров'я, 1980. – 112 с.
54. Селуянов, В.Н. Биомеханизмы как основа развития биомеханики движений человека (спорта) [Текст] / В.Н. Селуянов, А.А. Шалманов [и др.] // Теория и практика физической культуры. – 1995. – № 7. – С. 6-9.
55. Слестников, В.В. Методика обучения акробатическим прыжкам на основе их кинематических характеристик [Текст]: автореф. дис. ... канд. пед. наук / В.В. Слестников. – М., 1987. – 24 с.
56. Смолевский, В.М. Спортивная гимнастика [Текст] / В.М. Смолевский, Ю.К. Гавердовский. – Киев, 1999. – 462 с.
57. Соколов, Г.Я. Техника отталкивания с плеч в парных темповых акробатических упражнениях [Текст] / Г.Я. Соколов, А.А. Вайн // Гимнастика: ежегодник. – М., 1980. – Вып. 2. – С. 57-62.
58. Соколов, Г.Я. Сравнительный анализ техники двух способов отталкивания с плеч в парных акробатических упражнениях [Текст] / Г.Я. Соколов // Вопросы биомеханики физических упражнений: сб. науч. тр. – Омск, 1983. – С. 115-124.
59. Соколов, Г.Я. Общие основы техники темповых акробатических упражнений [Текст]: учеб. пособие / Г.Я. Соколов. – Омск: ОГИФК, 1984. – 41 с.
60. Соколов, Г.Я. Основы техники парно-групповых акробатических упражнений [Текст]: учеб. пособие / Г.Я. Соколов, А.П. Алябше-шев. – Омск: ОГИФК, 1988. – 56 с.
61. Спортивная акробатика [Текст]: учеб. для ин-тов физ. культуры / под ред. В.П. Коркина. – М.: ФиС, 2001. – 384 с.
62. Стеблецов, Е.А. Аналитическая унификация динамической структуры взаимодействия с опорой при выполнении отталкиваний ударного характера [Текст] / Е.А. Стеблецов // Теория и практика физической культуры и спорта. – 2002. – № 2. – С. 55-61.

63. Сурмин, Ю.П. Теория систем и системный анализ [Текст]: учеб. пособие / Ю.П. Сурмин. – М.: МАУП, 2003. – 368 с.
64. Сучилин, Н.Г. Анализ спортивной техники [Текст] / Н.Г. Сучилин // Теория и практика физической культуры. – 1996. – № 12. – С. 10-14.
65. Сучилин, Н.Г. Педагогико-биомеханический анализ техники спортивных движений на основе программно-аппаратного видеокomплекса [Текст] / Н.Г. Сучилин, Л.Я. Аркаев, В.С. Савельев // Теория и практика физической культуры. – 1996. – № 4. – С. 12-21.
66. Тишлер, А.В. Совершенствование функции балансирования как феномена координации движений при выполнении парных акробатических упражнений [Текст]: автореф. дис. ... канд. пед. наук / А.В. Тишлер. – Киев, 1976. – 20 с.
67. Тулупов, А.Д. Кинематическая и динамическая характеристика сложных акробатических упражнений как основа рационализации методики обучения вольным упражнениям [Текст]: дис. ... канд. пед. наук / А.Д. Тулупов. – Л., 1967. – 195 с.
68. Уемов, А.И. Системный подход и общая теория систем [Текст]: монография / под ред. Э.М. Мирского, В.Н. Садовского. – М.: Мысль, 1978. – 272 с.
69. Управление движениями [Текст] / под ред. А.А. Митькина, Г. Пик. – М.: Наука, 1990. – 193 с.
70. Фарфель, В.С. Управление движениями в спорте [Текст] / В.С. Фарфель. – М.: Физкультура и спорт, 1975. – 214 с.
71. Фролов, В.И. Техника толчка [Текст] / В.И. Фролов, Н.П. Левшунов // Тяжелая атлетика: ежегодник. – М.: Физкультура и спорт, 1979 – С. 43-45.
72. Чхаидзе, Л.В. Об управлении движениями человека [Текст] / Л.В. Чхаидзе. – М.: Физкультура и спорт, 1970. – 135 с.
73. Шалманов, Ал. А. Биомеханика взаимодействия с опорой в прыжковых упражнениях [Текст]: метод. рекомендации для студентов специализаций, слушателей факультетов повышения квалификации, усовершенствования и Высшей школы тренеров ГЦИОЛИФКа / Ал. А. Шалманов, Ан. А. Шалманов. – М., 1986. – 58 с.
74. Шалманов, Ал. А. Основные механизмы взаимодействия с опорой в прыжковых упражнениях [Текст]: метод. рекомендации для слушателей Высшей школы тренеров, факультетов усовершенствования и повышения квалификации / Ал. А. Шалманов, Ан. А. Шалманов. – М., 1990. – 48 с.

75. Шебалдина, О.В. Комплектование составов женских акробатических групп на этапе специализированной подготовки с учетом показателей телосложения, моторики и личностных особенностей спортсменок [Текст]: автореф. дис. ... канд. пед. наук / О.В. Шебалдина. – Малаховка, 2004 – 27 с.

76. Шестаков, М.П. Управление технической подготовкой спортсменов с использованием моделирования [Текст] / М.П. Шестаков // Теория и практика физической культуры. – 1998. – № 3. – С. 51-54.

77. Шулико, Н.М. О групповых упражнениях [Текст] / Н.М. Шулико // Гимнастика: ежегодник. – М., 1986. – Вып. 2. – С. 57-59.

78. Эззат, М.А. Взаимодействие акробатов в парных упражнениях в связи с различной их двигательной активностью в суточном цикле [Текст]: автореф. дис. ... канд. пед. наук / М.А. Эззат. – Киев, 1982. – 15 с.

79. Юдин, Э.Г. Системный подход и принцип деятельности. Методологические проблемы современной науки [Текст] / Э.Г. Юдин. – М.: Наука, 1978. – 391 с.

Учебное издание

Решетин Александр Александрович

**ТЕХНИКА УПРАЖНЕНИЙ С ФАЗОЙ ПОЛЕТА
В СПОРТИВНОЙ АКРОБАТИКЕ**

Учебное пособие

Редактор Н. С. Купринова
Компьютерная верстка Т. Е. Половнева

Подписано в печать 02.04.2012. Формат 60x84 1/8.

Бумага офсетная. Печать офсетная.

Печ. л. 2,75 .

Тираж 100 экз. Заказ . Арт. /2012

Самарский государственный
аэрокосмический университет
443086 Самара, Московское шоссе, 34

Изд-во Самарского государственного
аэрокосмического университета
443086 Самара, Московское шоссе, 34

