

764

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ОРДЕНА ЛЕНИНА  
И ОРДЕНА КРАСНОГО ЗНАМЕНИ  
ИНСТИТУТ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ им. П. Ф. ЛЕСГАФТА

---

На правах рукописи

СТАНИШЕВСКИЙ Игорь Аполлонович

**БИОМЕХАНИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ТЕХНИКИ  
ПРОФИЛИРУЮЩИХ УПРАЖНЕНИЙ НА КОНЕ—МАХИ  
И ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ  
ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ (ТИПА ТРЕНАЖЕРОВ),  
ПРИМЕНЯЕМЫХ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ**

13.00.04 — Теория и методика физического воспитания  
и спортивной тренировки

**Автореферат**  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата педагогических наук

ЛЕНИНГРАД  
1976

Работа выполнена на кафедре гимнастики (заведующий кафедрой — кандидат педагогических наук **С. А. АЛЕКПЕРОВ**) Государственного ордена Ленина и ордена Красного Знамени института физической культуры им. П. Ф. Лесгафта (ректор и. о. профессора **В. У. АГЕЕВЕЦ**), и на базе Латвийского государственного института физической культуры (ректор **В. Д. МАКСИМОВ**).

Научный руководитель —  
кандидат педагогических наук, доцент **Е. М. АКСЕНОВ**

Научный консультант —  
кандидат педагогических наук, доцент **М. С. ШАКИРЗЯНОВ**.

Официальные оппоненты:  
доктор медицинских наук, профессор **Я. А. ЭГОЛИНСКИЙ**,  
кандидат педагогических наук **В. Г. КИСЕЛЕВ**.

Ведущее учреждение — Латвийский государственный университет им. П. Стучки.

Автореферат разослан « 16 » *сентября* 1976 г.

Защита диссертации состоится « 17 » *октября* 1976 г.  
в *10* часов на заседании Совета государственного ордена Ленина и ордена Красного Знамени института физической культуры им. П. Ф. Лесгафта (г. Ленинград, ул. Декабристов, 35).

Отзыв об автореферате присылать в адрес института: 190121, Ленинград, ул. Декабристов, 35.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке института,

Ученый секретарь Совета

**Г. И. ЧЕРНЯЕВ**

Диссертация состоит из введения, четырех глав, выводов и библиографии. Объем диссертации — 123 страницы машинописного текста. Диссертация включает в себя 21 таблицу, 42 рисунка и 8 приложений. Библиография насчитывает 136 наименований, в том числе 26 — на иностранном языке.

На современном этапе развития спортивной гимнастики дальнейший рост трудности произвольных композиций и выбор соответствующего образца техники исполнения упражнений на таком специфическом виде мужского гимнастического многоборья, как конь с ручками, немыслим без углубленного анализа биомеханических закономерностей построения и совершенствования гимнастической техники. Поэтому нам представляется, что определение степени соответствия результатов механо-математического исследования (В. Т. Назаров, 1972) и реальных кинематических и динамических характеристик, полученных с помощью инструментальных методов исследования, актуально для теории и практики гимнастики.

В большинстве литературных источников 50-х годов и ранее (И. А. Александрович, 1938; И. А. Меркурис, 1949; Л. П. Орлов, 1952; А. П. Колтановский, 1953; Н. Ифантопуло, 1954; А. М. Игнатъев, 1954, и др.) описания техники исполнения отдельных элементов и рекомендации по методике обучения им, базировавшиеся на основе наблюдений субъективных ощущений и результатов обобщения практического опыта, зачастую носили противоречивый характер.

Экспериментальные исследования техники упражнений на коне с ручками в последующие годы с применением кино (В. М. Черняков, 1953; В. К. Филиппов, 1956; Б. М. Юсупов, 1963; Б. В. Маслов, 1967), метода динамографии (В. К. Филиппов, 1956; Б. В. Маслов, 1967), метода кино-тензометрии (Э. В. Польской, 1970; В. И. Говердовский, 1973), метода механо-математического моделирования (В. Т. Назаров, 1970, 1972), также привели к различным выводам при оценке значимости опорных фаз и взаимного перемещения плеч и ног, для достижения максимальной амплитуды маятникообразных перемахов и кругов двумя ногами.

Принципиально отличается классификация и трактовка техники упражнений на коне В. Т. Назарова (1970), разработанная им в соответствии с положениями механики управляемого тела (Г. В. Корнев, 1964) от общепринятой классификации и трактовки техники Б. В. Маслова (1967). В частности, распределение упражнений на четыре группы производилось в зависимости от изменения «программы ориентации»\* и «программы места», а не по структурным признакам (1 — маятникообразные движения, 2 — круговые движения) или сложности.

К **первой группе** упражнений относятся махи и круги одной ногой, скрещения, при выполнении которых происходит изменение только угла нутации  $\alpha$ . Остальные два угла — углы собственного поворота  $\gamma$  и прецессии  $\beta$  не изменяются ( $\alpha = \text{var}$ ;  $\gamma = \beta = 0$ ).

**Вторую группу** упражнений образуют упражнения первой группы, но выполняемые с поворотом, в которых угол нутации изменяется совместно с углом собственного поворота ( $\alpha = \text{var}$ ;  $\gamma = \text{var}$ ;  $\beta = 0$ ).

Круги двумя с поворотами вокруг одной руки, круги двумя прогнувшись с поворотом на  $180^\circ$  и более и т. п., относятся к **третьей группе**, в которых гимнасту надлежит изменять угол прецессии, а остальные два угла удерживать постоянными с точностью до типовой ошибки ( $\beta = \text{var}$ ;  $\alpha = \text{const}$ ;  $\gamma = \text{const}$ ).

**Четвертую группу** упражнений составляют упражнения с одновременным изменением угла прецессии и собственного поворота, тогда как третий угол нутации близок к постоянной величине. К этой группе относятся круги двумя, круги двумя с переходом ( $\alpha = \text{const}$ ;  $\beta = \text{var}$ ;  $\gamma = \text{var}$ ).

Программа места характеризует поступательное движение тела спортсмена, как целого (его ОЦТ) относительно неподвижной системы отсчета).

Для упражнений I и II группы (маятникообразные движения)

$$(x - x_0)^2 + (y - y_0)^2 = l^2 \quad z = z_0 = 0$$

где  $l$  — расстояние от оси плечевого сустава опорной руки до ОЦТ тела;  $x_0 y_0 z_0$  — координаты ОЦТ в исходном положении.

Для упражнений III и IV группы (круговые движения)

$$(x - x')^2 + (z - z')^2 = l^2,$$

\* Программа ориентации — отражает условия поворота тела относительно ОЦТ, т. е. характеризует вращательную составляющую движения Эйлеровыми углами.

где  $l'$  — расстояние от вертикальной неподвижной оси, вокруг которой условно происходит вращение до ОЦТ тела;  $x'$  и  $z'$  — ее координаты.

Вполне понятно, что для круга двумя  $l'=0$ , для круга прогнувшись с поворотом кругом  $l'=\text{const}$ , а для круга двумя с переходом  $l'=l(t)$ .

Таким образом, исследования спортивно-педагогического характера показали, что не только многие частные, но и некоторые основные положения теории упражнений на коне нуждаются в уточнении и тщательной проверке. Поэтому, определение степени достоверности приведенной классификации с помощью инструментальных методов исследования, помимо уточнения теоретической гипотезы, сопряжено с совершенствованием методики обучения.

На коне с ручками для разучивания и совершенствования техники кругов двумя ногами предпринимались попытки применения различных тренажеров (Г. Б. Рабиль, 1966; Ю. Язовских, 1966; Б. В. Маслов, 1966; Г. П. Сюляев и Н. И. Подрядов, 1969; Д. Харрис, 1970; Э. В. Польской, 1970; В. И. Говердовский, 1972). Однако в силу некоторых конструктивных недостатков и отсутствия четких рекомендаций по их использованию, тренажеры для обучения упражнениям на коне не нашли широкого применения в практике.

Следовательно, запросами спортивной практики продиктована необходимость внедрения результатов биомеханических исследований техники профилирующих упражнений на коне для научно-обоснованного устранения конструктивных недостатков тренажеров и обучения занимающихся умению управлять своими движениями при использовании тренажеров.

В работе были поставлены следующие задачи.

1. Исследовать основные кинематические и динамические параметры техники профилирующих упражнений на коне.
2. Определить характер конструктивных недостатков и степень пригодности существующих технических средств (типа тренажеров) для обучения упражнениям на коне.
3. Разработать и внедрить новые технические средства (типа тренажеров), повышающие эффективность процесса обучения на этапе начального обучения в этапе совершенствования техники круговых движений.

#### **Методы и организация проведения эксперимента**

Для решения поставленных задач применялись следующие методы исследования.

1. Анализ литературных источников.

2. Беседы и устный опрос.
3. Киносъемка.
4. Тензометрия (динамография).
5. Рефлекторная циклография.
6. Математическая статистика.
7. Педагогический эксперимент.

**Киносъемка** производилась киноаппаратом «Конвас-автомат» модели КСР со щелью обтюратора  $36^\circ$ . Объектив  $F = 35$ , расстояние от объекта съемки 7 м.

С целью повышения точности совмещения кинокадров, относящихся к одной микрофазе движения при двухплоскостной съемке, вторая камера была заменена плоским зеркалом, установленным строго под углом  $45^\circ$  к торцу продольно стоящего гимнастического коня (Н. Бернштейн, 1966). В объектив камеры, расположенный фронтально по отношению к действительному изображению, попадала вторая проекция (вид сбоку) — мнимого изображения той же микрофазы.

После наведения на резкость по действительному изображению добавляли по лимбу объектива  $\frac{1}{3}$  расстояния от действительного объекта до камеры. В поле кинокадра устанавливали электрохронометр с ценой деления 0,01 сек. Получение с киноплёнки исходного для измерений материала, осуществлялось методом проецирования изображения в масштабе 1 : 2 с последующим составлением киноциклограмм движений всех 4-х групп упражнений.

По киноциклограммам двух проекций III и IV группы упражнений проводилось построение третьей проекции (вид сверху) для определения угла прецессии. Для упражнений III и IV группы угол нутации тела  $\alpha$  и контактируемого с опорой I звена (руки)  $\varphi$  определяется как тангенс угла третьей проекции и ее вертикали.

Угол поворота вокруг собственной (продольной) оси тела измерялся непосредственно при проецировании кадров на экран.

Угол приведения маховой ноги  $\theta$  определялся по фронтальной проекции.

**Тензометрия.** Для определения характера и величины динамического взаимодействия гимнаста со снарядом были сконструированы силонизмерительные элементы, позволяющие одновременно производить раздельную регистрацию вертикального усилия, горизонтального усилия в передне-заднем

направлении, горизонтального усилия в боковом направлении, крутящий момент в горизонтальной плоскости от каждой ручки в отдельности.

Это достигалось специальной конструкцией силоизмерительного элемента, изготовленного из цельной болванки стали марки 30ХГСА, предварительным расчетом его сечения на прочность, во избежание остаточной деформации (С. Л. Тимошенко, 1934), наклейкой тензодатчиков на взаимно-перпендикулярные грани по полумостовой схеме с двумя активными датчиками (И. Немец, 1970), применением специального розеточного тензодатчика марки 2ФКРМ, с избирательной чувствительностью к скручивающему усилию.

С целью получения более достоверной и обширной информации о движении применялась комплексная кинотензометрическая методика с использованием стандартной регистрирующей аппаратуры с соответствующим классом точности по ГОСТу. Синхронизация во времени кино и тензометрии осуществлялась от датчика отметки кадра, вмонтированного в кинокамеру, представляющего собой индуктивный полумост, в одном из плеч которого генерируется электрический сигнал прохождения диска обтюратора кинокамеры. Этот сигнал, усиленный тензоусилителем 8АНЧ-7М до нужного уровня, записывается на осциллограмму вместе с динамическими характеристиками.

Таким образом, усилие, приложенное гимнастом к ручкам копя, вызывает определенную деформацию силоизмерительных элементов, расположенных под каждой ручкой. Эта деформация, преобразованная в электрический сигнал, за счет разбаланса тензодатчиков, наклеенных на силоизмерительный элемент, усиливается тензоусилителем 8АНЧ-7М до уровня регистрации его шлейфным осциллографом Н-107 и магнитографом ЭНО-36.

**Математико-статистическая обработка информации о динамическом взаимодействии гимнаста со снарядом.** Сбор статистического материала и последующий его анализ осуществлялся путем параллельной записи 6 динамических характеристик в аналоговой форме на 35 мм магнитную ленту магнитографа ЭНО-36 со звуковым сопровождением исследуемого процесса.

Записанные на 35 мм магнитную ленту в аналоговой форме динамические характеристики вводились непосредственно в ЭВМ «Урал-11», и обрабатывались по программе, составлен-

ной программистами ВЦ РКИИ ГА для обсчета динамических процессов лентопрочностных испытаний самолетов ГА.

По десятисекундной реализации попеременно по каждому каналу машиной вычислялось математическое ожидание реализации, дисперсия этого процесса, спектральная плотность по реализации и автокорреляционная функция, которая вычислялась как косинус преобразования спектральной плотности.

**Рефлекторная циклография.** Исследование характера взаимного перемещения частей тела при циклическом выполнении маятникообразных движений и кругов двумя проводилось с помощью рефлекторной циклографии (М. С. Шакирзянов, 1969), в которой в качестве датчиков света используются призматические зеркальные отражатели, а не лампочки накаливания. Отраженный зеркальной призмой свет, поделенный на временные интервалы обюратором, фиксируется фотоаппаратом «Зенит-3М».

**Беседы и устный опрос.** Изучение постановки начального обучения упражнениям на коне проводилось путем личного опроса тренеров из ведущих в спортивном отношении тренерских коллективов г. Москвы, Витебска и др. городов, с записью этих бесед на кассетный магнитофон «Легенда».

Поставленные в работе задачи разрешались последовательно по этапам.

На первом этапе (1971—1973 гг.) изучалось состояние вопроса, осуществлялась постановка задачи, выбор и разработка адекватных методов регистрации движений.

На втором этапе (1972—1974 гг.) исследовались кинематические и динамические параметры техники профилирующих упражнений на коне, по материалам организованного лабораторного эксперимента с участием 21 гимнаста, членов сборной команды Латвийской ССР, мастеров спорта СССР (13 чел.), кандидатов в мастера спорта (8 чел.), по материалам киносъемки соревновательных комбинаций и динамических характеристик образцового выполнения профилирующих упражнений на коне, лучших гимнастов Японии, ЧССР, Венгрии, КНДР, Кубы, ГДР, СССР и др. (25 человек), во время проведения международных соревнований по спортивной гимнастике (РИГА-72, РИГА-73, РИГА-74).

Обработаны полученные данные, с учетом которых были сконструированы, изготовлены и апробированы тренажеры для совершенствования методики обучения гимнастов упражнениям на коне.



На третьем заключительном этапе с целью проверки результатов биомеханических исследований были проведены три педагогических эксперимента. В первом педагогическом эксперименте, по определению эксплуатационных характеристик имеющихся и разработанных конструкций тренажеров, проводившемся в зале ЛГИФК в октябре—ноябре 1973 г. и в феврале—марте 1974 г., принимали участие гимнасты старших разрядов, мастеров спорта СССР (3 чел.), кандидатов в мастера спорта (7 чел.) и юных гимнастов III взрослого разряда (10 чел.). В эксперименте было задействовано для сравнения 6 опорных узлов для поддержания ног, четыре вида вращающихся кронштейнов, три вида подвесов с последовательным увеличением высоты подвеса на 1 метр от поверхности ручек коня, начиная с 2 метров и кончая 5 метрами.

Во втором педагогическом эксперименте определялась эффективность начального обучения кругов двумя ногами на коне, на основе применения нового тренажера и использования полученной информации по технике их исполнения.

Исследования осуществлялись на занятиях ДЮСШ г. Риги (октябрь 1974 г. — февраль 1975 г.), в которых приняли участие 20 человек, имеющих III взрослый разряд в возрасте от 10 до 12 лет. Занятия в экспериментальной и контрольной группах проводились 3 раза в неделю по 2 часа. Работа в контрольной группе велась с применением тренажера Польского, по методике, предложенной Б. В. Масловым (1973). В экспериментальной группе обучение осуществлялось с применением нового тренажера в комплексе с подготовительными и подводящими упражнениями с учетом выявленных особенностей техники кругов двумя ногами.

В третьем педагогическом эксперименте, наряду с поиском оптимальной конструкции тренажера и проверкой возможности ее применения на этапе первоначального обучения кругов двумя ногами юных гимнастов-новичков, осуществлялся выбор тренажера для совершенствования техники кругов двумя ногами и круговых движений. Исследования проводились (июль—август 1975 г.) на занятиях ДЮСШ г. Риги с участием юных гимнастов-новичков 1966—1967 годов рождения (17 чел.), гимнастов II взрослого разряда (3 чел.), гимнастов I взрослого разряда (11 чел.).

Занятия в группах новичков проводились 3 раза в неделю по 2 часа, в группах разрядников 3 раза в неделю по 3 часа и 2 раза в неделю по 2 часа.

### Биомеханический анализ техники профилирующих упражнений на коне с ручками

Сопоставление экспериментальных данных с результатами исследования механо-математической модели двухзвенника в условиях твердой опоры (В. Т. Назаров, Б. П. Кузенко, 1974) свидетельствует в пользу этой модели, а не ранее принятой модели физического маятника (Б. В. Маслов, 1967). В частности, внешний момент силы, приложенный к контактируемому с опорой звену (т. е. руке) с направленностью его действия против вращения этого 1 звена, вызывает замедление вращения первого звена (руки) и ускорение вращения второго звена (тела). Наиболее наглядно это совпадение с теоретическими выводами и расчетами иллюстрируется кинематикой перемещения звеньев тела в одноопорной фазе (ООФ) любой группы упражнений. При выполнении прямых скрещений отведение опорной руки вызывает внешний момент, направленный против вращения контратакуемого с опорой 1 звена (опорной руки), что способствует торможению его вращения и ускоряет вращение 2 звена (тела), табл. 1, кадры 4, 5 и 22, 23. Угол  $\varphi$  изменяется в первой ООФ с  $84^\circ$  до  $80^\circ$ , тогда угол  $\alpha$  (нутаии) — с  $50^\circ$  до  $36^\circ$ . Во второй ООФ угол  $\varphi$  изменяется со  $102^\circ$  до  $107^\circ$ , а угол  $\alpha$  — с  $119^\circ$  до  $150^\circ$ .

Этот же эффект наблюдается и при выполнении кругов двумя, если их рассматривать без учета влияния гироскопического момента, что допустимо на основе правила Галлилея о независимости действия сил. Угол  $\varphi$  постоянный  $68^\circ$ , а угол  $\alpha$  изменился с  $50^\circ$  до  $54^\circ$  (табл. 2, кадр 11 и 12).

Экспериментальное уточнение более частных механических закономерностей в предложенной классификации упражнений на коне, имеет конкретное практическое приложение в практике спорта, так как делает логичным переход от механики к методике обучения за счет применения главных управляющих движений.

При выполнении упражнений I группы мах ногой из упора должен начинаться за счет усилий обеих рук в сторону, в которую делается мах (т. е. разноименная перемаху рука производит отведение, а одноименная — приведение).

Экспериментально обнаружено, что для достижения большой амплитуды махов одноименная маху рука в конце предшествующей двуопорной фазы (ДОФ), должна производить отведение. В табл. 1, кадр 6, 25, амплитуда и продолжительность скрещения вправо ( $\alpha = 160^\circ = 20^\circ$ ) превышает аналогичные показатели скрещения влево ( $\alpha = 28^\circ$ ).

Таблица 1

## Кинематические и динамические характеристики прямых скрещений

Фаза	ДОФ Верхотг	ООФ с.рещение влево	ДОФ верхом	ООФ скрещение вправо	ДОФ верхом
кадр	1 2	3 4 5 6 7 8 9 10 11 12	13 14 15 16 17 18 19 20	21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31	32 33 34 35 36 37 38 39
угол					
$\alpha$	73° 63'	50° 36' 36° 28' 28° 30' 34° 34' 42° 50'	60° 69' 82° 85' 93' 100° 104' 115°	119° 135° 150° 150° 160° 15° 153' 147° 137° 129° 110°	102° 97° 92' 84° 82° 78° 73° 66'
$\varphi$	90° 86°	84° 80° 80° 77° 77° 74° 74° 72° 72° 77°	77° 83° 88° 96° 102° 94° 95° 97°	102° 106° 107° 108° 110° 111° 112° 112° 112° 110° 107°	105° 102° 96° 88° 82° 77° 75° 72°
$\theta$	110° 90°	85° 105° 95° 108° 115° 115° 120° 119° 126° 135°	137° 150° 157° 180° прав. 70° 90° 45°	105° 101° 95° 95° 90° 82° 68° 62° 64° 56° 50°	40° 30° 10° нев. 160° 125° 113° 95°
1 кан.	+8 +4		-1 -4 -4 -12 -10 -10 -8 -8	-8 -6 -5 -5 -4 -3 -3 -3 -2 -2 0	0 0 -2 -2 -8 -10 -4 0
2 кан.	-4 +2		0 +4 +10 -2 -2 -6 -3 0	0 -1 0 +1 0 +2 +3 +3 +4 +3 0	-3 -3 -4 0 +8 +10 +4 -2

Продолжение табл. 1

Фаза	ДОФ верхом	ООФ скрещение влево	ДОФ верхом	ООФ скрещение вправо	ДОФ верхом
3 кан.	1 2	3 4 5 6 7 8 9 10 11 12	13 14 15 16 17 18 19 20	21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31	32 33 34 35 36 37 38 39
	+20 0		0 0 +40 +40 +40 +35 +35 +30	+30 +30 +20 +20 +20 +20 +20 +20 +20 +15 +10	+20 +3 +40 +50 +60 +3 +20 0
4 кан.	+8 +8	+8 +8 +8 +8 +8 +8 +8 +10 +10 +12	+10 +10 +6 -4 -4 -20 -12 0		+20 0 +4 +4 +6 +4 +4 +5
	+10 +12	+2 +3 0 0 +2 0 0 0 +2 +2	+3 +3 0 0 +10 +6 +6 0		+30 +20 +10 +10 +10 +12 +10 +12
6 кан.	0 0	+10 0 0 0 +10 +10 0 0 0 0	0 0 0 0 0 +20 0		+8 +30 +30 +20 +10 +10 0 0

ДОФ — двуопорная фаза, ООФ — одноопорная фаза. Величина угла приводится в кг и к.см. знак (+) по 1 и 6 каналу означает продвижение; (-) — отведение; по 2 и 5 каналу (+) — усиление вперед, (-) — усиление назад; по 3 и 6 каналу (+) — направление крутящего момента по часовой стрелке, (-) — против часовой. Канал 1—3 горизонтальная составляющая опорной реакции по трем указанным направлениям от лавой (р/к); канал 4—6 — то же от право.

Таблица 2  
Кинематические и динамические характеристики круга двумя ногами (влево — назад)

кадр \ угол	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21			
$\beta$	163°	159°	154°	145°	141°	123°	115°	111°	101°	84°	64°	48°	37°	16°	0°	350°	337°	321°	301°	235°	2°	2°		
$\alpha$	57°	61°	62°	62°	59°	54°	47°	45°	45°	50°	56°	54°	53°	51°	51°	51°	55'	45°	43°	44°	49°			
$\varphi$	83°	77°	75°	72°	71°	68°	68°	68°	68°	68°	68°	68°	70°	72°	73°	76°	78°	74°	77°	83°	87°			
$\gamma$	90°										180°										270°	360°		
1к						+4	0	-6	-8	-10	-12	-8	-4	+2	+4	+4	-6	-6	-8	-8	0			
2к						-4	-6	-12	-14	-16	-20	-26	-20	-10	0	+14	+22	+22	+16	+10	0			
3к						+20	+25	+30	+30	+35	+30	+25	+20	+22	+25	+25	+30	+25	+20	+15	0			
4к						-30	-18	+6	+6	+3	+3	0	-5	-6	-6			0	-9	-24	-36			
5к						+20	+16	+11	+4	0	-2	-4	-8	-6	0			+20	+22	26	+30			
6к						-10	-15	-30	-10	0	-20	-30	-50	-40	0			+15	-10	-10	-15			
канал \ фаза	ООФ на правой										ДОФ — упор										ООФ на левой		ДОФ — упор сзади	

Канал 1—3, 4—6 горизонтальная составляющая опорной реакции по трем направлениям; размерность и условное обозначение усилий как в таблице 1.

Поворот вокруг продольной оси в упражнениях второй группы реализуется за счет отводящего усилия в сторону — вперед в сочетании с вращающим моментом против поворота тела от руки разноименной перемаху и приводящего усилия в сторону — назад от руки одноименной перемаху во время ДОФ, предшествующей перемаху. В ООФ следует привести, что соответствует теоретически обоснованной схеме, так как облегчает выполнение поворота вокруг продольной оси.

Теоретически изменение угла прецессии  $\beta$  в упражнениях III группы должно достигаться тоническим напряжением опорной руки и толчком другой руки, реализующей реакцию опоры, ориентированную в горизонтальной плоскости и перпендикулярной плоскости, проходящей через опорную руку и ОЦТ тела гимнаста.

Экспериментально обнаружено, что в ДОФ «упор» предшествующей исполнению круга двумя с поворотом вокруг одной руки (круговой выход) тоническое напряжение опорной руки присутствует в виде отведения, а специфический толчок другой рукой, задающей вращение, не отличается от приводящего усилия, присущего исполнению обычного круга двумя ногами.

При исполнении круга прогнувшись с поворотом кругом на  $180^\circ$  в ДОФ (упор сзади) тяговое усилие в сторону тела от руки, задающей вращение, в два раза больше, чем при исполнении обычного круга двумя ногами.

В четвертой группе упражнений с одновременным изменением угла прецессии  $\beta$  и поворота вокруг продольной оси  $\gamma$ , первое вращение (прецессия) должно задаваться в ДОФ (упор) толчком руки одноименной перемаху к «себе» и в ДОФ (упор сзади) толчком руки одноименной перемаху к «телу» со стороны спины. Второе вращение (вокруг продольной оси) должно осуществляться в ООФ за счет вращающего момента от опорной руки, направленного против этого вращения, (наличие последнего вращения легко обнаружить при наблюдении сверху, так как в поле зрения поочередно попадает проекция тела со стороны груди и со стороны спины).

Обнаружено, что для выполнения круга двумя ногами гимнаст строго по фазам производит следующие усилия:

**В ДОФ «упор»** разноименная перемаху рука (левая) производит отведение в сочетании с тягой назад и вращающим моментом, совпадающим с поворотом вокруг продольной оси. Одноименная перемаху рука (правая) приводится в сочета-

нии с тягой назад и вращающим моментом против вращения вокруг продольной оси.

**В ООФ (на левой)** в начале фазы — отведение в сочетании с тягой назад, к середине фазы-приведение, но с тягой вперед — к окончанию фазы-отведение с максимумом тяги вперед. Вращающий момент в продолжении всей фазы совпадает с поворотом вокруг продольной оси.

**В ДОФ «упор сзади»** разноименная перемаху рука (правая) производит отведение с тягой вперед и вращающим моментом против поворота вокруг продольной оси. Одноименная перемаху рука (левая) — продолжает отведение со снижающейся тягой вперед и вращающим моментом против поворота вокруг продольной оси.

**В ООФ (на правой)** с середины фазы отведение переходит в приведение со снижением тяги вперед до минимума. Вращающий момент направлен против поворота вокруг продольной оси.

Таким образом, утверждение о возможности осуществления поворота вокруг продольной оси только в ООФ, справедливо лишь в известных пределах, для ООФ (на правой). Поворот вокруг продольной оси в ООФ на левой задается в предшествующий ДОФ «упор» тягой правой руки назад в сочетании с вращающим усилием против направления вращения относительно продольной оси.

Рассмотренная классификация упражнений на коне, в комплексе с главными управляющими движениями, предлагается В. Т. Назаровым в качестве методической основы последовательности их обучения, что приемлемо для упражнений I и II группы. Однако первоначальное разучивание упражнений III группы, предшествующее упражнениям IV группы, целесообразно, так как все управляющие движения, необходимые для их выполнения, присутствуют в круге двумя ногами, отнесенного к IV группе, а наличие уже сформированного двигательного навыка их выполнения из другого исходного положения (с прыжка) потребует более длительной адаптации к стандартным условиям опоры. И если учесть, что помимо связующей функции, круги двумя ногами, исполняемые в различных условиях опоры, составляют более 60% оцениваемой сложности соревновательных комбинаций, то квалифицированное решение вопроса методики их обучения и совершенствования будет содействовать росту технического мастерства гимнастов в упражнениях на коне.

Решение этой спортивно-педагогической задачи можно ускорить путем реализации результатов биомеханического анализа и адекватного выбора технических средств (типа тренажеров). Например, тренажер для выполнения упражнений III и IV группы не должен ограничивать изменение угла нутации  $\alpha$ , угла прецессии  $\beta$  и поворота тела вокруг продольной оси.

Анализ механических возможностей ранее предложенных конструкций тренажеров позволил определить следующие недостатки:

1. Вращающийся кронштейн в тренажере Б. Маслова и Э. Польского и Г. Рабиля обладает чрезмерно большим моментом инерции.

2. Опора для ног в тренажере Г. Сюляева и Н. Подрядова вызывает болевые ощущения при исполнении кругов двумя.

3. Тренажеры Г. Рабиля, Г. Сюляева, Д. Харриса опасны в эксплуатации, так как в случае срыва рук гимнаста со снаряда, он оказывается подвешенным за ноги.

4. При применении тренажеров Г. Сюляева и Э. Польского имеет место малая моторная плотность, которая вызвана длительностью крепления опоры для ног в первом случае и длительностью крепления страховочного пояса — во втором (до 3-х минут).

5. Фиксированная ременная петля для опоры ног в тренажере Д. Харриса препятствует повороту тела вокруг продольной оси.

6. Тренажерам Г. Сюляева и А. Чигандзе присуще отрицательное влияние восстанавливающей силы, в связи с отклонением опоры для ног от вертикали подвеса.

Для устранения указанных недостатков внесены изменения в конструкцию вращающегося кронштейна, опоры для ног, способа крепления к нити подвеса и самого подвеса.

#### **1. Модификация вращающегося кронштейна.**

Для снижения момента инерции вращающегося кронштейна в 10—12 раз, при сохранении несущей способности, была рассчитана вантовая конструкция. На этой основе был изготовлен кронштейн переменной длины, а затем переменной длины и высоты подвеса.

#### **2. Модификация опоры для ног:**

- а) в тренажере Маслова—Польского выразилась в установке ограничительной мембраны на внутренней обойме облегченного подшипника, что позволило снизить не только его



Кинематические, динамические и эксплуатационные показатели тренажеров

№ п/п	Наименование тренажера	Высота перемещения стоп по вертикали (см) max/min					Время фаз и всего круга t сек					Направление приложения усилий		
		ДОФ упор	ООФ левая	ДОФ упор сзади	ООФ правая	место	ДОФ упор	ООФ левая	ДОФ упор сзади	ООФ правая	t всего	ДОФ упор лев/прав	ООФ левая	ДОФ упор сзади лев/прав
1	Окончание № 1 h-м вр. кронштейн постоянной длины	25/20	18/8	12/5	18/10	6	0,82	0,73	0,6	0,85	3,0	$\frac{---+}{-++}$	--++	$\frac{+--+}{+++}$
2	Окончание № 2 h-2м вр. кронштейн постоянной длины	16/14	8/5	6/-1	12/-1	5	0,68	0,64	0,44	0,82	2,6	$\frac{-++}{+++}$	+--+	$\frac{+++}{+++}$
3	Окончание № 3 h-2м вр. кронштейн постоянной длины	18/4	7/4	18/3	6/-2	9	1	0,7	0,6	0,7	3,0	$\frac{---+}{+--+}$	--++	$\frac{+--+}{+++}$
4	Окончание № 4 h-2м вр. кронштейн постоянной длины	30/15	17/14	27/15	12/13	10	1,1	0,7	1,0	0,9	37	$\frac{-++}{+--+}$	+--+	$\frac{+--+}{+--}$
5	Окончание № 5 h-2м вр. кронштейн постоянной длины	14/12	14/12	14/12	14/5	8	0,74	0,64	0,51	0,7	2,6	$\frac{---+}{+--+}$	+--+	$\frac{+--+}{+++}$
6	Окончание № 6 h-2м вр. кронштейн постоянной длины	12/6	10/3	7/-1	3/-2	1	0,68	0,64	0,44	0,8	2,56	$\frac{-++}{+++}$	+--+	$\frac{+++}{+++}$
7	Окончание № 6 h-2м вр. кронштейн переменной длины	8/4	9/6	13/5	8/4	7	0,8	0,81	0,42	0,68	2,71	$\frac{---+}{+++}$	+--+	$\frac{-++}{+++}$
8	Окончание № 6 h-2м вр. кронштейн переменной длины и высоты	24/20	18/3	11/3	13/4	4	0,64	0,71	0,43	0,73	2,51	$\frac{---+}{+++}$	+--+	$\frac{+++}{+++}$
9	Оригинал конструкции „Польского“, h-3м	22/18	18/14	20/12	20/13	11	0,8	0,88	0,46	0,75	2,9	$\frac{+--+}{+--}$	+--+	$\frac{+++}{+--}$
10	Окончание № 5 h-3м сосредоточенный подвес с возможностью перемещения вперед—назад	25/18	27/15	24/13	24/14	3	1,0	0,5	0,49	0,94	3,38	$\frac{+--+}{---+}$	---+	$\frac{+++}{+++}$
11	Окончание № 6 h-3м сосредоточенный подвес с возможностью перемещения вперед—назад	24/11	18/13	14/10	15/9	2	0,98	0,69	0,56	0,8	3,0	$\frac{+--+}{---+}$	+--+	$\frac{+--+}{+++}$
12	Окончание № 6 h-3 сосредоточенный подвес	25/20	25/18	38/18	28/12	12	0,5	0,66	0,46	0,72	2,36	$\frac{-++}{+--+}$	--++	$\frac{+++}{+--}$

Совпадение направления приложения усилий по трем определяемым направлениям естественного круга двумя таблица 2 отмечается (знаком +).

Таблица 3

ий по фазам		Эксплуатационно-экономические показатели					
ООФ правая	место	субъек- тивная оценка	моторная плот- ность	безопас- ность	простота стоимость	сумма мест	место
-++	9	11	2	1	1/3	35	8
-++	2	4	2	1	2/3	18	2
--+	11	6	3	2	5/3	39	10
---	12	12	5	3	3/3	50	11
+++	5	8	1	1	4/3	27	5
-++	1	3	2	1	2/3	15	1
--+	4	2	2	1	2/4	20	3
+++	3	1	2	1	2/4	15	1
+--	6	7	4	0	5/5	34	7
-++	10	10	1	1	4/2	39	9
--+	8	5	2	1	2/2	30	6
--+	7	9	2	1	2/1	23	4

габариты, но и отпала необходимость применения страховочного пояса, ограничивающего перемещение плеч;

б) в тренажере Харриса фиксированная петля ремня заменена бесконечной петлей, пропущенной через блок;

в) в тренажере Сюляева—Подрядова ось площадки была продолжена в сторону туловища и снабжена вращающимся противоупором. Вместо площадки с ботинками установлено упорное кольцо, посаженное с помощью втулки на эту ось.

**3. Модификация способа крепления к нити подвеса опорного для ног окончания** заключалась в

а) креплении облегченного подшипника к нити подвеса в двух точках горизонтально по диаметру;

б) креплении оси с противоупором к нити подвеса с помощью дугообразного кронштейна.

**4. Модификация самого подвеса** состояла в перемещении нити подвеса от центра подвеса вперед и назад благодаря проскальзыванию ролика-бегунка по несущему кронштейну.

#### **Педагогический эксперимент по проверке эффективности существующих конструкций тренажеров и разработанных модификаций**

На первой стадии педагогического эксперимента изучались эксплуатационные возможности опорных для ног окончаний 1, 2, 3, 4, 5, 6, в числе которых были опоры для ног Г. Сюляева, Э. Польского и модификации собственной конструкции.

Путем последовательного выполнения участниками эксперимента кругов двумя ногами в естественных условиях опоры и с тренажером с поочередно меняющейся опорой для ног от 1 до 6, была получена исходная информация, анализ которой определил преимущество опоры для ног 6, которая представляет собою ось с противоупором, прикрепленную к нити подвеса с помощью дугообразного кронштейна.

Условия проведения этой стадии эксперимента достаточно полно отражены в табл. 3, в которую сведены наиболее существенные кинематические, динамические и эксплуатационные показатели.

На следующей стадии эксперимента, при участии того же контингента гимнастов, изучалось влияние изменения высоты подвеса на эксплуатационные качества тренажеров, состоящих из опоры для ног 6 и вантовых вращающихся кронштейнов а) постоянной длины, б) переменной длины, в) переменной длины и высоты.

Одновременно, начиная с высоты подвеса в 3 м, испытывался тренажер Польского—Маслова, сосредоточенный подвес с возможностью перемещения вперед—назад, оканчивающийся опорой для ног 5 и 6, а также сосредоточенный подвес с опорой для ног 6.

Влияние изменения высоты подвеса иллюстрируется в табл. 3 показателями тренажера № 3 и Польского—Маслова. При наличии одинаковых опорных для ног окончаний, повышение высоты подвеса до 3 м последней конструкции, позволило сократить длительность «рабочих» опорных фаз («упора» с 1 сек до 0,8 сек, «упор сзади» с 0,6 сек до 0,46 сек).

Таким образом, по степени совпадения пространственно-временных и динамических характеристик исполнения круга двумя ногами в естественных условиях опоры и с тренажером, совместно с учетом субъективной оценки исполнителей, моторной плотности, безопасности и простоты изготовления, осуществлялся выбор наиболее эффективной конструкции тренажера.

Для начального обучения кругов двумя ногами наилучшими показателями обладает тренажер, состоящий из вантового вращающегося кронштейна постоянной длины и опоры для ног 6, установленный на высоте 2 м от ручек коня.

Второй педагогический эксперимент вызван необходимостью проверки педагогической эффективности приведенной конструкции тренажера при обучении кругов двумя ногами.

Организация занятий в контрольной группе и выбор тренажера (Польского—Маслова) обусловлены наличием рекомендуемой последовательности и объема подготовительных и подводящих упражнений, разработанных Б. В. Масловым (1973) в форме алгоритмических предписаний.

В экспериментальной группе освоение кругов двумя ногами осуществлялось методами целостного и расчлененного обучения, в соответствии с основными принципами дидактики и программированного обучения. Применение средств формирования представлений о движениях (двухплоскостные кинограммы, механическая модель тела гимнаста) на начальном этапе обучения ускорило освоение главных управляющих движений как в облегченных условиях, так и в ходе исполнения изучаемого упражнения. Применение тренажера и вспомогательных снарядов предназначалось для расширения и уточнения кинестезических ощущений у занимающихся и обес-

печения условий, облегчающих овладение двигательными навыками.

Выбор и последовательность тренировочных упражнений обусловлены стремлением использовать выявленные особенности техники кругов двумя, создать максимум двигательной активности и самостоятельности у занимающихся в сочетании с руководящей ролью тренера, снизив при этом уровень его физических затрат. Обучение кругов двумя протекало с применением следующих тренировочных упражнений:

- 1) имитация главных управляющих движений;
- 2) в упоре на концах брусьев (лицом внутрь) имитация кругов двумя;
- 3) из упора присев, правая назад, круг правой;
- 4) из упора сзади на табуретке (с круглым сидением) левая опирается о пол, круг правой влево;
- 5) с тренажером, круги двумя в медленном темпе, акцентируя внимание на главных управляющих движениях;
- 6) на комбинированном снаряде (брусья—козел) имитация кругов двумя в смешанном упоре; одна рука в упоре на козле, другая в упоре на руке на жерди;
- 7) с тренажером, круги двумя в быстром темпе, обращая внимание на своевременный поворот вокруг продольной оси;
- 8) на козле с ручками с прыжка круг двумя в соскок;
- 9) с тренажером, круги двумя в быстром темпе, акцент на сокращение двуопорных фаз;
- 10) на козле с ручками круги двумя.

По истечении четырех месяцев были проведены контрольные соревнования по исполнению кругов двумя в обеих группах. Средний результат в экспериментальной группе составил 4,2 круга двумя, а в контрольной группе — 1,9 круга двумя. Значение критерия  $t$ —Стьюдента  $\approx 2,7 > 2,10$  показывает, что в экспериментальной группе, применявшей модифицированный тренажер и перечисленные тренировочные упражнения, сдвиги в количестве выполнения кругов двумя и продолжительности сроков обучения статистически значимы.

Третий педагогический эксперимент проводился с целью расширения сферы приложения разработанных вариантов тренажеров на этапе начального обучения кругов двумя в возрастном аспекте, а также на этапе совершенствования техники круговых движений III и IV группы.

Решение первой задачи вызвано стремлением снизить отрицательный эффект ранней специализации в упражнениях на

коне, практикуемый рядом тренеров, за счет применения оптимальной для этого возраста конструкции тренажера.

Организационно это выразилось в проверке возможности выполнения кругов двумя на группе юных гимнастов-новичков с тренажерами двух конструкций:

1) вращающийся вантовый кронштейн постоянной длины, оканчивающийся опорой для ног 6, установленный на высоте 2 м от ручек коня;

2) сосредоточенный подвес, оканчивающийся опорой для ног 6, установленный на высоте 4,5 м от ручек коня.

После предварительной «проводки» по движению, юные гимнасты приступили к самостоятельному выполнению кругов двумя на коне с ручками, и на учебном снаряде «грибке», с помощью указанных тренажеров. На первом занятии круги двумя смогли выполнить 7 человек из 17, используя тренажер № 1 и 13 из 17, используя тренажер № 2. Применение тренажера № 2 позволило добиться участникам эксперимента 100% выполнения кругов двумя к четвертому занятию и с надлежащей осанкой.

Для решения второй задачи в занятиях с юными гимнастами II и I взрослого разряда из отделений тренеров В. Малого, Е. Латышева, А. Зайцева (всего 14 чел.), использовались следующие тренажеры:

1 — вращающийся кронштейн постоянной длины, установленный на высоте 2 м от ручек коня, оканчивающийся опорой для ног 6;

2 — предыдущая конструкция, но с опорой для ног 5, которая представляет собой снабженный ограничительной мембраной облегченный подшипник, подвешенный к нити подвеса в двух точках горизонтально по диаметру;

3 — вращающийся кронштейн переменной длины и высоты, установленный на высоте 3 м от ручек коня, оканчивающийся опорой для ног 6;

4 — предыдущая конструкция, но с опорой для ног 5.

При выполнении круговых движений, связанных с перемещением гимнаста по коню, конструкция тренажера № 3 была признана наилучшей большинством участников эксперимента (12 человек из 14). Однако наблюдение показало, что опора для ног № 6 не заставляет гимнаста акцентировать поворот вокруг продольной оси в ООФ при исполнении кругов двумя. Поэтому юным гимнастам был рекомендован тренажер № 4, к которому они привыкли в течение недели.

Полученный экспериментальный материал позволяет утверждать, что в целях успешного овладения техникой кругов двумя и круговых движений на коне, необходимо применять такие тренажеры, которые способствуют прогрессу технического мастерства гимнастов на всех стадиях тренировочного процесса.

### Выводы

1. Механо-математическое обоснование деления упражнений на коне четыре группы, в соответствии с изменением количества механических величин, характеризующих угловое перемещение тела относительно ОЦТ (углов Эйлера), подтверждается наличием реальных кинематических характеристик, полученных с помощью инструментальных методов исследования.

2. Амплитуда маятникообразных упражнений I и II группы зависит от величины акцентированного отводящего усилия, от руки разноименной перемаху, и приводящего — от руки одноименной перемаху с последующим изменением этого усилия на противоположное (отведение), к окончанию двуопорной фазы.

3. Стабильность и амплитуда выполнения кругов двумя ногами с сохранением надлежащей осанки зависит от величины акцентированного приводящего усилия от руки одноименной перемаху в начале двуопорной фазы (упор).

4. На основе анализа техники профилирующих упражнений на коне, были сконструированы и изготовлены тренажеры, позволяющие выполнять эти упражнения в условиях, максимально приближенных к естественным условиям опоры.

5. На этапе начального обучения гимнастов кругу двумя ногами на коне, начиная с III взрослого разряда, наибольший эффект достигается применением тренажера, состоящего из вращающегося кронштейна вантовой конструкции постоянной длины, при высоте его размещения 2 м от ручек коня, и опоры для ног 6, в сочетании с имитацией главных управляющих движений и подводящими упражнениями, выполняемыми на комбинированных снарядах.

6. На этапе совершенствования техники круговых движений III и IV группы, начиная со II взрослого разряда, наибольший эффект достигается применением тренажера, состоящего из вращающегося кронштейна переменной длины и высоты подвеса, при размещении его на уровне 3 м от ручек коня, и опоры для ног 5.

7. На этапе начального обучения кругов двумя ногами юных гимнастов низкой спортивной квалификации. для облегчения создания целостного представления о движении и сопряженного развития физических качеств возможно применение тренажера, состоящего из сосредоточенного подвеса, при высоте его размещения 4,5—5,5 м от ручек коня и опоры для ног б.

8. Предлагаемые технические средства (типа тренажеров) в комплексе с существующими методами обучения, делают доступным исполнение сложных движений на коне не только для спортсменов старших разрядов, но и для гимнастов II разряда.

#### Работы, опубликованные по теме диссертации:

1. Методика динамографических исследований на тензометрическом коне. Тезисы докладов XXIV научной конференции Латв. ГИФК, Рига, 1971, с. 136.

2. Совершенствование методики динамографических исследований техники упражнений на тензометрическом коне. Тезисы докладов XXV научной конференции Латв. ГИФК, Рига, 1972, с. 92.

3. Определение ведущих элементов техники при выполнении упражнений на коне с ручками. Тезисы докладов межвузовской научно-методической конференции по вопросам физического воспитания и спортивной тренировки. Рига, 1973, с. 93.

4. Исследование техники упражнений на коне с ручками. Материалы Всесоюзной научно-методической конференции по проблеме «Техническое мастерство квалифицированных спортсменов», ВНИИФК, Москва, 1973, с. 73.

5. Тренажер для обучения круговым движениям двумя ногами на коне с ручками. Тезисы научно-методической конференции «Технические средства в обучении и тренировке спортсменов». Минск, 1973, с. 122.

6. Применение тренажера в обучении перемахов и кругов на гимнастическом коне. Материалы V научно-методической конференции республик Прибалтики и Белоруссии по проблемам спортивной тренировки. Минск, 1974, с. 132.

7. Автоматизированная система математико-статистической обработки информации о динамическом взаимодействии гимнаста со снарядом. Тезисы докладов научно-технической конференции по методам и приборам срочной информации в спорте. ВНИИФК, Москва, 1975, с. 78.

#### Материалы диссертации доложены на следующих конференциях:

1. Научные конференции ЛГИФК 1971—1972 гг.

2. Научно-методическая межвузовская конференция по вопросам физического воспитания и спортивной тренировки. Рига, 1973.

3. V научная методическая конференция республик Прибалтики и Белоруссии по проблемам спортивной тренировки. Минск, 1974.

