

4517.217 ~~4510~~

7414

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ОРДЕНА ЛЕНИНА
ИНСТИТУТ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ

На правах рукописи

ГИМОШЕНКОВ Владимир Викторович

УДК 796.016

**основы реализации потенциаль-
ных способностей спортсменов
в циклических локомоциях с ме-
ханическими преобразователями
движений**

13.00.04 - Теория и методика физического воспитания,
спортивной тренировки и оздоровительной
физической культуры

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
доктора педагогических наук

Москва - 1981

4517.217

Т 414

Диссертация выполнена в Белорусском институте
механизации сельского хозяйства

4517.217/1 2882/1

Т 414 Тимошенко

Основы реализа-
ции потенциальных

Бальсевич В.К.

Велешанский Ю.В.

Сучилин Н.Г.

инный дважды орденосный
есгафта

14. 1 1992 г.

ализированного совета

енина инсти-
ый бульвар. 4.

Государст-
ской куль-

99 1 г.

А Шалманов

2882/1

БИБЛИОТЕКА
Директорского сов.
Института механизации

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследования. Циклические локомоции с механическими преобразователями движений, такие как велосипедный, гребной, лыжный и конькобежный, получили в настоящее время широкую популярность. На Олимпийских играх и чемпионатах мира в этих видах спорта разыгрывается большое количество комплектов медалей. В связи с этим за последние годы значительно возросла конкуренция между ведущими спортивными державами мира, такими как СССР, ГДР, США и др. Налицо бурный рост спортивных результатов, в основе которых лежит применение современных методик тренировки, базирующихся на новейших достижениях науки и техники. Составной их частью является совершенствование спортсменами выполняемых локомоций, направленных на максимальную эффективность передвижения тела спортсмена относительно опоры или водной среды.

Изучение двигательных действий и реализация потенциальных способностей спортсмена является одним из важнейших направлений современной спортивной педагогики и биомеханики. Приоритет в этом направлении принадлежит отечественным ученым П.Ф. Лесгафту, А.А. Ухтомскому, Н.А. Бернштейну. В процессе развития спортивной науки в ней нашла отражение проблема высших достижений и как одна из актуальных - оптимизация двигательного потенциала спортсмена. На основании фундаментальных теоретических и экспериментальных разработок ведущих отечественных и зарубежных ученых в области спортивной педагогики и биомеханики Л.П. Матвеева, И.П. Ратова, В.М. Зациорского, Н.Г. Озолина, В.М. Дьячкова, В.С. Фарфеля, А.Д. Новикова, Д.Д. Дюнского, Л.В. Чхаидзе, Ю.В. Верхоленского, В.В. Кузнецова, В.Т. Назарова, В.Н. Платонова, Б.П. Филина, В.И. Вальсевича, М.А. Подибе, И.М. Козлова, А.В. Седова, К.А. Гросса, А.Даль

4

льге и других были созданы предпосылки для решения этой проблемы. Однако на сегодняшний день рассмотренная проблема не решена в спортивных циклических локомоциях с механическими преобразователями движений.

Сделанные авторами выводы и практические рекомендации в рассматриваемых видах спорта с механическими преобразователями движений не всегда были однозначны. Это обусловлено тем, что до настоящего времени, в частности, установку посадки велосипедистам и наладку рабочего места гребцам формируют на основании эмпирического опыта, без достаточного научного обоснования, исходя из субъективных взглядов тренеров и спортсменов или руководствуясь табличными значениями, установленными также эмпирически. По этой же причине встречаются противоречивые мнения по технике педалирования, гребле, лыжным ходам, бегу на коньках, которые в конечном итоге снижают ценность выводов и рекомендаций.

В рассматриваемых видах спорта с механическими преобразователями движений специальная подготовка спортсменов реализуется через велосипедные шатуны, весла, уключены, лыжи, лыжные палки, коньки и т.д. и в значительной степени зависят от рабочей позы и техники выполнения локомоций. Поэтому у высококвалифицированных спортсменов ведущее место занимает техническая подготовка, через которую реализуются их потенциальные способности и, как следствие, показывается наивысший спортивный результат. Необходимо отметить, что результаты изучения технической подготовки в одном из перечисленных видов спорта в известной степени могут быть перенесены и использованы с соответствующей коррекцией и в других циклических спортивных локомоциях. Учитывая это, в работе рассматриваются поставленные педагогические проблемы на примере одного вида спорта с механическими преобразователями дви-

жений - велосипедном, который был выбран в качестве модели, являющегося к тому же по данным ООН наиболее массовым и популярным в мире.

В связи с вышеизложенным на первый план выдвигаются педагогические проблемы оптимизации технического мастерства высококвалифицированных спортсменов.

Цель исследования - разработка общей педагогической концепции, обеспечивающей установление биомеханических закономерностей в спортивных циклических локомоциях с механическими преобразователями движений, способствующих подготовке высококвалифицированных спортсменов за более короткий промежуток времени.

Задачи исследования были следующие:

- разработка принципов формирования рабочей посадки в системе "спортсмен-велосипед";
- изучение особенностей проявления двигательных способностей спортсменов при их взаимодействии с механическими преобразователями движений относительно опоры;
- обоснование критериев оценки технического мастерства и физической работоспособности спортсменов;
- разработка педагогической концепции, обеспечивающей реализацию потенциальных способностей спортсменов.

Методы и организация исследования. Для решения поставленных в работе задач были применены следующие методы исследования:

- изучение антропометрических характеристик спортсменов;
- модельные исследования;
- аэродинамометрия;
- тензодинамография;
- радиотелеметрия;
- педагогические контрольные испытания;

- педагогические эксперименты;
- математико-статистическая обработка цифрового материала на ЭВМ ЕС-1035 и персональной ЭВМ ЕС-1640.

Модельные исследования и педагогические эксперименты проводились лично автором с 1975 по 1989 гг. на базе СДЮШОР по велосипедному спорту Миноблсовета ВДФСО Профсоюзов, в сборных командах ЕССР и Белорусского института механизации сельского хозяйства по велосипедному спорту, которые подтверждены II актами внедрений. В модельных исследованиях приняли участие более 300 спортсменов-велосипедистов различной квалификации, от олимпийских чемпионов до новичков, в педагогических экспериментах - около 150 спортсменов.

Объект исследования - рабочая посадка, техника спортивных локомоций, их оптимизация и совершенствование у велосипедистов-гонщиков. Предметной областью является теория и методика подготовки спортсменов высокого класса в велосипедном спорте.

Гипотеза. Выдвигаемая гипотеза базируется на том, что при имеющихся различиях двигательной деятельности в циклических локомоциях с механическими преобразователями движений существуют общие закономерности, определяющие рабочую позу в велосипедном и гребном спорте, технику спортивных локомоций, оптимизацию и совершенствование двигательных способностей спортсмена. Раскрытие этих закономерностей создает предпосылки для реализации скрытых способностей спортсменов в циклических движениях. Закономерности, тенденции и педагогическая концепция формирования этих основ позволяют выявить резервы повышения эффективности подготовки спортсменов-велосипедистов, гребцов, лыжников и конькобежцев высокого класса.

Научная новизна работы обеспечивается:

7

- разработкой основ формирования рациональной и оптимальной рабочей посадки в системе "спортсмен-велосипед";

- установлением закономерностей проявления двигательных способностей спортсменов в циклических локомоциях с механическими преобразователями движений относительно опоры на основе велосипедного педалирования;

- обоснованием методов контроля технического мастерства и физической работоспособности велосипедистов на велоэргометре, в том числе с использованием персональных ЭВМ;

- разработкой методических принципов создания велотренажера и управлением техникой спортивного педалирования на основе их применения;

- комплексным обоснованием подхода к оптимизации технического мастерства в спортивных локомоциях.

Практическая значимость работы заключается в реализации целостного комплексного подхода к основам реализации потенциальных способностей спортсменов в циклических локомоциях с механическими преобразователями движений, основанного на объективных закономерностях формирования рабочей позы спортсмена и биомеханических характеристик движения, обоснованием критерия двигательных способностей спортсменов, применения разработанных методов экспресс-контроля, способа определения физической работоспособности спортсмена, установлением модельных характеристик, оптимизации техники спортивных движений на персональных ЭВМ, разработкой принципов и конкретных велотренажеров.

В результате проведенных исследований в практику спортивной тренировки велосипедистов внедрены методика формирования рациональной и оптимальной посадки, модельные характеристики технической подготовки, критерий технического мастерства, спо-

соб определения физической работоспособности спортсмена, оптимизация техники движения велосипедистов посредством применения персональной ЭВМ и специальных велотренажеров.

Апробация работы. Основные положения диссертационной работы доложены на международных, всесоюзных и республиканских семинарах тренеров по велосипедному спорту и научно-методических конференциях. Материалы исследований опубликованы в ежегодниках "Велосипедный спорт" в 1977, 1979-1986 гг., в материалах международной (1980), всесоюзных (1975-1989) и республиканских (1976-1988) научно-практических конференций, в методических рекомендациях, в учебном пособии "Совершенствование техники педалирования велосипедиста", М., 1989; в книге "Тренажеры в велосипедном спорте", принятой к изданию. Полученные данные использованы в учебном пособии "Велосипедный спорт", Киев, 1986, автор Д.А.Полищук; в книге "Подготовка квалифицированных спортсменов", М., 1986, автор В.Н.Платонов; в книге "Гонимые велосипеды", Л., 1989, автор Б.П.Любовицкий.

Основные положения диссертации, выносимые на защиту:

- принципы формирования рабочей позы в системе "спортсмен-велосипед" составляют основы подбора рабочей посадки; выбор параметров для ее рационального формирования и основы ее установки; силы лобового сопротивления, действующие на велосипедиста в основных рабочих посадках;

- особенности проявления двигательных способностей спортсменов при их взаимодействии с механическими преобразователями движений, базирующихся на основах техники спортивного педалирования; кинематических и динамических характеристиках педалирования; технике спортивного педалирования при моделировании соревновательной дистанции;

- контроль технического мастерства и физической работоспособности спортсменов-велосипедистов, реализуемой на основе контроля технического мастерства спортсменов-велосипедистов; биомеханического критерия техники спортивных локомоций, методики его экспресс-контроля и экономизации; контроля за физической работоспособностью велосипедистов на велоэргометре;

- апробация общей педагогической концепции, обеспечивающей реализацию потенциальных способностей спортсменов, осуществляется на методическом подходе к подбору оптимальной рабочей посадки спортсменам-велосипедистам; применение персональных ЭВМ для расчета, контроля и оптимизации техники спортивного педалирования; методических принципов разработки велотренажеров и изучения эффективности их применения.

Структура и объем диссертационной работы. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, выводов, списка литературы и приложений. Объем текстовой части - 218 страниц, работа содержит 44 рисунка, 27 таблиц, 36 математических формул; список литературы включает 309 отечественных и 69 зарубежных источников.

1. ПРИНЦИПЫ ФОРМИРОВАНИЯ РАБОЧЕЙ ПОЗЫ В СИСТЕМЕ "СПОРТСМЕН-ВЕЛОСИПЕД"

Содержанием настоящего раздела работы являются материалы, обосновывающие выбор параметров для формирования рациональной рабочей позы спортсменам-велосипедистам и основы ее установки; силы лобового сопротивления, действующие на спортсмена-велосипедиста в основных рабочих посадках.

Выбор параметров для формирования рациональной рабочей позы спортсмена-велосипедиста и основы ее установки изучались на вза-

взаимосвязи между основными параметрами посадки и антропометрическими характеристиками спортсмена (рис. 1, 2). В качестве параметров посадки на велосипеде были взяты: высота седла, длина посадки, контрольный размер и длина выноса руля; антропометрические характеристики: длина тела, ноги, туловища и руки.

На основании корреляционного анализа, проведенного на группе квалифицированных велосипедистов-шоссейников (от кандидата в мастера спорта СССР до спортсменов 1-го разряда), было выявлено, что между высотой седла (h_c) и длиной посадки (l_p), контрольным размером (h_k) имеется корреляционная зависимость, где $r = 0,765$ и $0,689$ при $p < 0,01$. С антропометрическими характеристиками высота связана следующим образом: длиной ноги - $r = 0,795$ при $p < 0,01$, тела - $r = 0,804$ при $p < 0,01$, руки - $r = 0,691$ при $p < 0,01$.

Длина посадки связана со следующими параметрами и характеристиками: контрольным размером $r = 0,760$ при $p < 0,01$, длиной тела $r = 0,706$ при $p < 0,01$, ноги $r = 0,631$ при $p < 0,01$, руки $r = 0,631$ при $p < 0,01$.

На основании корреляционного анализа выявлено, что изучаемые параметры посадки и антропометрические характеристики спортсменов взаимосвязаны между собой и поэтому на их основе целесообразно разрабатывать уравнения регрессии.

В результате анализа посадки высококвалифицированных велосипедистов-шоссейников от кмс до кмс, которые в гонке на время на дистанции 25 км показывали спортивный результат от 35,00 до 37,00 мин, при помощи ЭВМ были рассчитаны линейные уравнения регрессии, позволяющие по длине тела определить параметры посадки (высоту седла, длину посадки, контрольный размер и длину выноса):

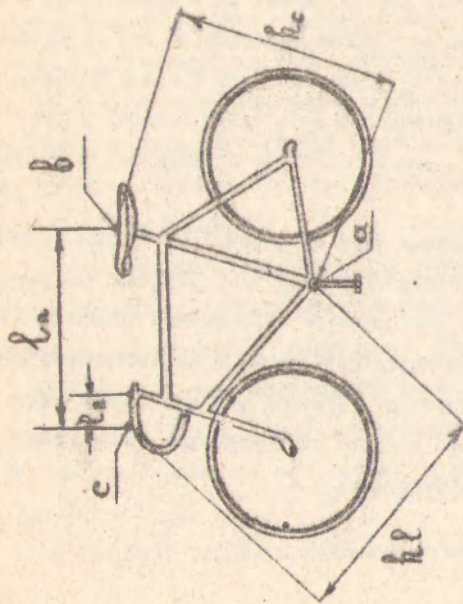


Рис. 1 Измерение параметров посадки на велосипеде.

- a - высота седла;
- b - длина посадки;
- c - контрольный размер;
- α - длина велоса.

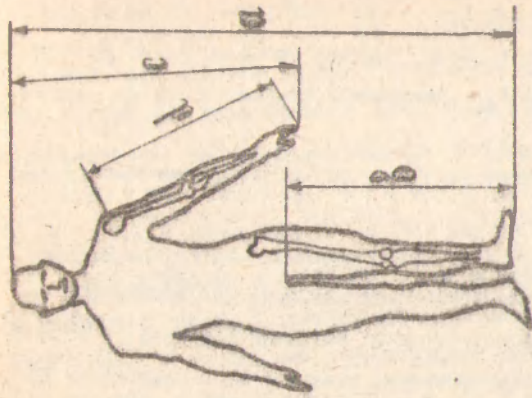


Рис. 2 Антропометрические измерения спортсмена.

- a - длина тела;
- b - длина ноги;
- c - длина туловища;
- d - длина руки.

$$Y_1 = -28,537 + 0,573 X_1; \quad Y_2 = 11,351 + 0,321 X_1; \quad (1, 2)$$

$$Y_3 = 38,486 + 0,221 X_1; \quad Y_4 = -27,372 + 0,180 X_1; \quad (3, 4)$$

где Y_1 - высота седла, в см; Y_2 - длина посадки, в см; Y_3 - контрольный размер, в см; Y_4 - длина выноса руля, в см; X_1 - длина тела, в см.

Приведенные линейные уравнения регрессии статистически значимы при $p < 0,01$.

Затем на основании этих уравнений были составлены таблица и график, которые целесообразно использовать для начинающих велосипедистов и спортсменов-гонщиков массовых разрядов.

Для высококвалифицированных гонщиков были рассчитаны более корректные уравнения с учетом длины ноги, туловища, руки по следующим формулам:

$$Y_5 = 13,667 + 0,697 X_2; \quad Y_6 = -8,362 + 0,820 X_3; \quad (5, 6)$$

$$Y_7 = 38,911 + 0,188 Y_5 + 0,387 Y_6; \quad (7)$$

$$Y_8 = -35,112 + 0,604 Y_6; \quad (8)$$

где Y_5 - установка седла по высоте, в см; X_2 - длина ноги, в см; Y_6 - длина посадки, в см; X_3 - длина туловища, в см; Y_7 - контрольный размер, в см; Y_5 и Y_6 - высота седла и длина посадки, в см, рассчитанные выше по формулам; Y_8 - длина выноса, в см; Y_6 - длина посадки, в см, рассчитанная по приведенной выше формуле.

Аналогичные обследования были проведены у девушек-велосипедисток спортивной квалификации от кмс до II разряда. Полученные результаты выявили у них примерно аналогичные показатели между антропометрическими характеристиками и параметрами посадки. На основании математического анализа для них также были получены уравнения установки посадки на велосипеде (по высоте седла, длине посадки и выносу руля).

В результате проведенного корреляционного и регрессионного анализа были получены простые и множественные линейные уравнения регрессии, позволяющие с большой статистической надежностью устанавливать рациональную посадку велосипедистам-любителям мужского и женского пола ($r = 0,713-0,954$; $R = 0,767$ при $p/0,01$ и $r = 0,380-0,756$, $R = 0,811$ при $p/0,05 - <0,01$).

Силы лобового сопротивления, действующие на велосипедиста в основных рабочих посадках, определялись в аэродинамической трубе АН ВССР со скоростью набегающего потока от 8,40 до 18,08 м/с, то есть в диапазоне от 30,2 до 65,1 км/ч (через каждые 5 км). Выбор указанных скоростей обусловлен тем, что именно в этом диапазоне спортсмены-велосипедисты проводят учебно-тренировочные занятия и участвуют в соревнованиях.

Во время движения по шоссе велосипедист принимает различные посадки: то низкую, то среднюю. Набегающий воздушный поток может действовать на гонщика перпендикулярно, то есть под углом 0° (на треке) и под некоторым углом, доходящим до 90° или же превышающим его. Если угол воздушного потока превышает 90° , то он не тормозит, а наоборот, способствует продвижению спортсмена вперед за счет снижения сил, прикладываемых к педалям. Это встречается часто на шоссе.

Исследования проводились под углом 0° и 30° к набегающему потоку. Экипировка спортсмена состояла из майки из хлопчатобумажной ткани, шерстяных велотрусов, велотуфлей и велошлема. По специально сделанным фотографиям было рассчитано, что в низкой посадке фронтальная площадь спортсмена составила для угла $0^\circ - 0,240 \text{ м}^2$, для угла $30^\circ - 0,441 \text{ м}^2$, в средней для $0^\circ - 0,269 \text{ м}^2$ и для $30^\circ - 0,473 \text{ м}^2$.

- Полученный экспериментальный материал свидетельствует о

том, что с увеличением скорости набегающего потока нарастает и сила лобового сопротивления. Установлено, что в зависимости от посадки гондика к набегающему потоку сила, действующая на спортсмена, различная. Чем ниже и аэродинамичнее он сидит, тем меньше и сила лобового сопротивления.

На основании обработки материала была конкретизирована общая формула для расчета силы лобового сопротивления воздуха для велосипедистов, которая приняла вид:

$$F = 0,5 \cdot \rho \cdot S \cdot V^2 \cdot A \cdot Re^n, \quad (9)$$

где F сила лобового сопротивления набегающего потока, в ньютонах; ρ - плотность воздуха, зависящая от атмосферного давления, в кг/м³; S - фронтальная площадь спортсмена (проекция тела на плоскости), в м²; V - скорость набегающего потока относительно тела, в м/с; A - коэффициент; Re - число Рейнольдса; n - значение степени.

В результате проведенных исследований были получены значения коэффициента A и степени n для каждой из рассмотренных выше посадок велосипедиста. Так, например, для низкой посадки и угла набегающего потока 0° формула имеет вид:

$$F = 0,5 \cdot \rho \cdot S \cdot V^2 \cdot 0,00184 \cdot Re^{0,458}. \quad (10)$$

Затем полученные формулы были проверены на достоверность по отношению к экспериментальным результатам и было установлено, что статистически достоверных различий нет при уровне значимости $p \leq 0,01$.

Для пользования аэродинамическими формулами был разработан алгоритм и программа, реализованная на ЭВМ ЕС-1035 и ЦЭВМ ЕС-1840.

Для некоторого упрощения расчетов была рассчитана степенная (линейно-логарифмическая) модель уравнения регрессии:

$$\ln Y_1 = -2,781 + 2,323 \ln X_1 + 0,024 \ln X_2 + 0,105 \ln X_3, \quad (II)$$

где Y_1 - сила лобового сопротивления, в ньютонах; X_1 - скорость набегающего потока относительно тела, в м/с; X_2 - площадь проекции тела на плоскость, в м²; X_3 - угол к потоку, в градусах. Настоящая модель имеет высокие статистические характеристики ($R = 0,980$; $R^2 = 95,98\%$, $\bar{r}_{\text{кр}} = 223,05$, при $p < 0,01$) и поэтому также может быть применена в практике.

В целом следует отметить, что разработанные формулы для расчета силы лобового сопротивления, действующего на велосипедиста, с учетом посадки и угла набегающего потока адекватны поставленным задачам.

На основании проведенных исследований выявлены основные антропометрические характеристики спортсменов, параметры велосипеда и сформированы принципы подбора рациональной рабочей позы велосипедистам-шоссейникам женского и мужского пола, рассчитаны необходимые уравнения регрессии. Также была разработана общая аэродинамическая формула и конкретные для расчета силы лобового сопротивления, действующей на велосипедиста-гонщика в различных посадках и скоростях набегающего потока.

2. ОСОБЕННОСТИ ПРОЯВЛЕНИЯ ДВИГАТЕЛЬНЫХ СПОСОБНОСТЕЙ СПОРТСМЕНОВ ПРИ ИХ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ С МЕХАНИЧЕСКИМИ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯМИ ДВИЖЕНИЙ

В этом разделе работы рассматриваются кинематические и динамические характеристики спортивного педалирования, основы разработки модельных характеристик техники спортивного педалирования, динамические характеристики стартового разгона и во время преодоления соревновательной дистанции.

Кинематические и динамические характеристики спортивного

педалирования изучались у велосипедистов различной спортивной квалификации. Кинематические характеристики спортивного педалирования, то есть работа голеностопного сустава, выявили, что в ряде случаев движение правой педали имеет "смешанный", а левой - "носковой" вид педалирования. Это различие обусловлено тем, что правая педаль в секторе от 15° до 180° по ходу вращения шатуна (за начало отсчета принята крайняя верхняя точка окружности - 0°) образует отрицательный угол с горизонталью ("опущенная пятка"), а на всем остальном протяжении круга - "носковой". Иллюстрация вышеизложенного представлена на рис.3.

Таким образом, в одном цикле оборота шатуна между правой и левой педалями в указанном секторе наблюдалась наибольшая угловая асимметрия, достигающая у некоторых спортсменов до 70° . После прохождения педалями нижней точки окружности, примерно 180° , у всех обследованных велосипедистов осуществляется переход правой и левой педалей на "носковой" вид педалирования за счет подтягивания, при котором угловая асимметрия снижается до 40° .

Отрицательные и положительные значения углов между плоскостью педали и горизонталью в указанных секторах педалирования обусловлены, по-видимому, динамическими характеристиками мышц нижних конечностей. При переходе от индивидуального темпа педалирования (примерно 90 об/мин) на более высокий - от 100 до 110 об/мин - в большинстве случаев в секторе $0-180^\circ$ наблюдалось увеличение угловой асимметрии и расширение ее зоны до 50° и уменьшение - при подтягивании педали от 5° до 20° в секторе $180-360^\circ$ (0°).

Для анализа динамических характеристик техники спортивного педалирования изучались силы, прикладываемые велосипедистами к опорным частям велосипеда: педалям, шатунам, рулю и седлу.

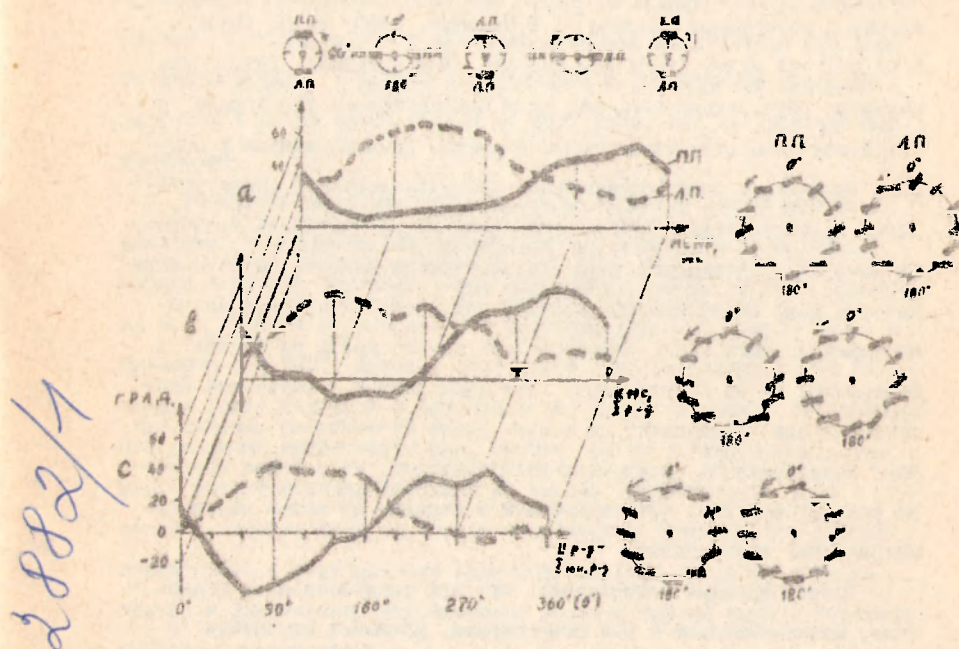


Рис. 3 Кинематические характеристики техники спортивного педалирования велосипедистов различной квалификации

По оси ординат - величина угла между плоскостью педали и горизонталью, в градусах;

по оси абсцисс - длина окружности, в градусах.

П.П. - правая педаль; Л.П. - левая педаль

При анализе полученного материала обращает на себя внимание то, что абсолютные значения сил, полученные нами, значительно меньше аналогичных данных, приводимых в литературе рядом отечественных и зарубежных авторов (Л.В.Чаидзе, 1959, 1960, 1964; M.J.A.J.M. Hoes *et al.*, 1968; Н.А.Левенко, В.В.Михайлов, 1975). Эти различия обусловлены тем, что нами при обработке тензограмм из общей величины статико-динамических сил, прикладываемым к педалям, вычитались статические силы, прикладываемые во время установки и закрепления стопы на ней. Если их не учитывать и поэтому не вычитать статические силы, то получаются данные, на основании которых даже велосипедисты высокой спортивной квалификации на протяжении всего цикла педалирования только давят на педаль и совершенно ее не подтягивают. Настоящий подход - вычитание статических сил - позволяет не только более качественно оценить технику педалирования спортсмена-велосипедиста, но и более корректно рассчитать силы, прикладываемые к педалям во время велоэргометрических исследований.

Исследованиями установлено, что при воздействии на педаль силы, прикладываемые к ней спортсменом, начинают нарастать в секторе от 0 до 90° , достигая максимума в зоне 90° , что обусловлено наиболее выгодной длиной рычага, в данном случае патуна, в этом положении, анатомическим строением нижних конечностей человека, обеспечивающих главным образом опорные функции, и спортивной квалификацией велосипедистов. В дальнейшем при движении шатуна вниз и назад наблюдается постепенное снижение силы воздействия на педаль вплоть до зоны 180° , что связано с уменьшением длины рычага и изменением направления прикладывания силы к педалям, в результате чего в работу включаются относительно слабые группы мышц нижних конечностей. Чем выше квалификация спортсмена,

тем меньше выражены различия в приложении сил в зонах от 0 до 180° и от 180 до 360° . Эта особенность обусловлена тем обстоятельством, что нога, находящаяся на педали в диаметрально противоположном положении, оказывает активное воздействие на движение педали. В одном случае у квалифицированных спортсменов она подтягивает педаль, в другом - у новичков и спортсменов массовых разрядов - давит своей массой за счет того, что отсутствует подтягивание.

Рассматривая динамографические показатели педалирования, выявлено, что наибольшее проявление сил воздействия на педаль наблюдается при горизонтальном положении шатуна, то есть примерно 90 и 270° , а наименьшее - с приближением к "мертвой" точке - примерно 0 и 180° , однако, абсолютные значения воздействия на педали (сила давления и подтягивания) неравнозначны. Объясняются эти различия несоответствием, причем весьма значительным, силы мышц, обеспечивающих давление на педаль (разгибатели бедра и голени) и подтягивание ее (сгибатели бедра и голени). Эти данные согласуются с результатами исследований ряда авторов, которые пришли к заключению, что наиболее сильные группы мышц у человека являются разгибатели.

Тензодинамографические исследования техники спортивного педалирования также позволили установить, что степень воздействия на педаль на протяжении всей окружности меняется в значительных пределах. Все это подтверждает ранее высказанное мнение ряда авторов (Л.В. Чкаидзе, 1959; А.В. Седов, 1966; В.Ф. Татаркин, 1973) о том, что педалирование является "круговым", а не "равномерно-круговым". Именно это обстоятельство и обуславливает более рациональное распределение сил воздействия на педаль с ростом тренированности спортсмена. В этой связи вполне понятна и такая зако-

номерность, свидетельствующая о том, что чем выше квалификация велосипедистов, тем меньше наблюдаются различия в величине сил, направленных на давление и подтягивание педалей. И, наоборот, чем ниже квалификация спортсменов, тем более значимыми будут эти различия.

В работе нашли подтверждение выводы А.В.Седова (1966) об отсутствии сил на педалях в верхней и нижней "мертвых" точках, выявленные нами у велосипедистов высокой квалификации, и Г.М. Мартынова (1970) о том, что в цикле педалирования нет ни одной точки, где бы силы отсутствовали, выявленные у велосипедистов массовых разрядов.

На основании полученных данных можно сделать заключение о том, что при совершенной технике педалирования первостепенное значение приобретает работа при рациональных и оптимальных углах между плоскостью педали и горизонталью. Для расчета угловых характеристик педалирования были получены уравнения, позволяющие по значениям тангенциальных сил рассчитывать углы наклона левой и правой педалей в каждой точке окружности. Полученные динамографические характеристики техники спортивного педалирования подтверждают результаты исследований ряда авторов (Л.В. Чхаидзе, 1959; Л.Г. Кучина, 1960; Н.А. Левенко, С.В. Ермакова, 1974) о том, что у велосипедистов во время педалирования проявляется функциональная асимметрия в прикладывании сил к педалям. Исследованиями установлено, что с ростом спортивной квалификации асимметрия снижается. Полученные данные позволяют по-новому подойти к методике обучения и совершенствования техники педалирования велосипедистов различной спортивной квалификации.

На современном этапе развития спорта одной из важнейших задач является разработка модельных характеристик подготов-

ленности спортсменов. Поэтому во всех видах спорта и особенно в циклических необходимо иметь модельные характеристики по всем видам подготовки спортсменов. По нашему мнению, модельные характеристики подготовленности целесообразно разрабатывать для каждой спортивной квалификации, то есть от мастера спорта до новичка. Настоящий методический подход позволяет конкретно знать, какими характеристиками должен обладать спортсмен определенной квалификации. В свою очередь это позволит вносить необходимые коррективы в учебно-тренировочный процесс подготовки спортсменов, а также применять их в специальных тренажерах.

Учитывая важность разработки модельных характеристик для спортсменов любой квалификации, нами были проведены исследования в этом направлении. Для этих целей было изучено техническое мастерство у велосипедистов в основных режимах педалирования: от 60 до 150 об/мин, в индивидуальном темпе, с акцентом на давление и с акцентом на подтягивание педалей, в максимальном темпе, способом "танцовщица" и в тесте "3 км с места". Изучались силы, прикладываемые велосипедистами к шатунам, рулю и седлу. На основании проведенных исследований было установлено, что одним из интегральных показателей техники спортивного педалирования является суммарные тангенциальные силы, прикладываемые к шатунам велосипеда. На рис. 4 представлены модельные характеристики суммарных тангенциальных сил, прикладываемых к шатунам велосипедистами различной спортивной квалификации в одном из изученных нами режимов педалирования - индивидуальном темпе. Аналогичные характеристики получены и для остальных изученных режимов педалирования, а также для сил, прикладываемых к рулю и седлу.

Следует отметить, что техническое мастерство спортсменов в различных режимах работы позволяет проследить за эволюцией техни-

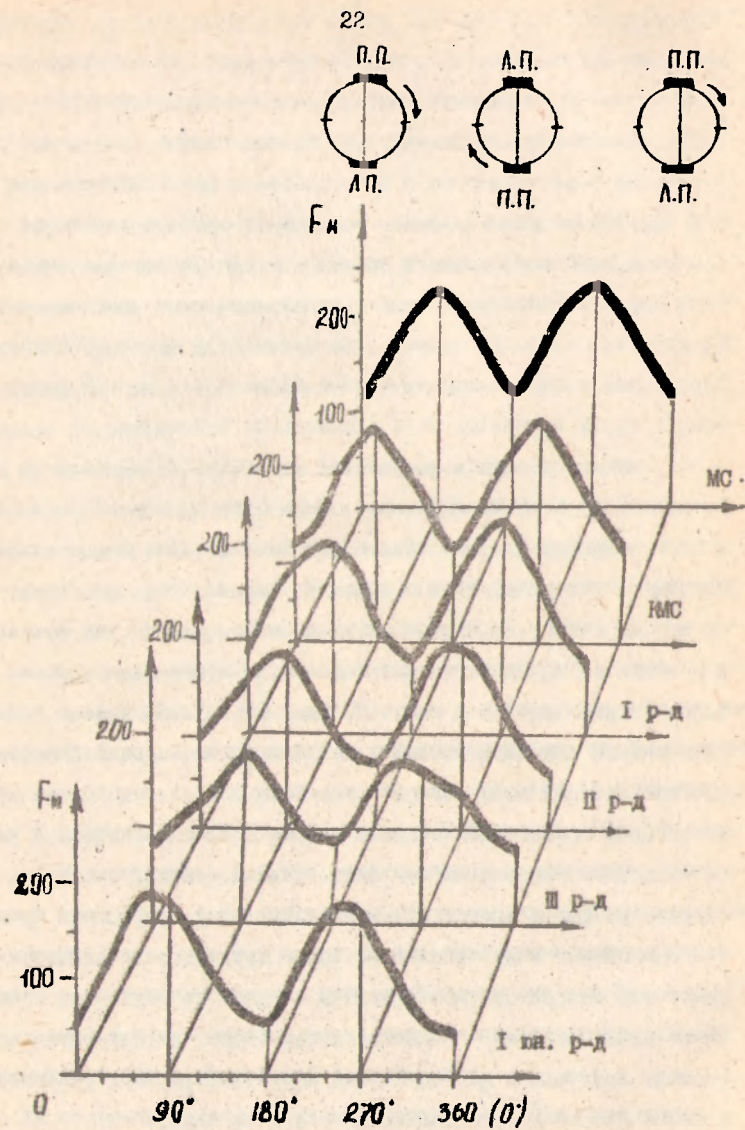


Рис. 4. Модельные характеристики суммарных тангенциальных сил, прикладываемых к шатунам велосипедистами различной спортивной квалификации во время педалирования в индивидуальном темпе (от 75 до 93 об/мин).
 По оси ординат - величина сил, в Н; по оси абсцисс - длина окружности, в градусах.

ки спортивных циклических локомоций от начинающего до мастера спорта. Модельные характеристики в различных режимах педалирования позволяют выявить слабые стороны в рассмотренных режимах и в процессе тренировки их корректировать. Приведенные в работе модельные характеристики технического мастерства велосипедистов существенно расширяют возможности реализации способностей спортсменов на всех этапах подготовки, а полученные в соревновательных (экстремальных) условиях особенно ценны для теории и практики изучаемого вида спорта.

В заключение следует отметить, что приведенный нами методический подход позволяет разрабатывать модельные характеристики спортсменам многих видов спорта. В свою очередь будет способствовать реализации потенциальных возможностей спортсменов в результате целенаправленного их применения. Рассмотренные модельные характеристики необходимо использовать при совершенствовании техники на специальных тренажерах, как эталоны.

Техника спортивного педалирования при моделировании соревновательной дистанции. Анализ крупнейших международных соревнований, в частности по велосипедному спорту, выявил, что для гонщиков, выступающих на коротких трековых дистанциях, особенно важен стартовый разгон, так как от него во многом зависит конечный спортивный результат.

Однако в теории и практике недостаточно изучен вопрос стартового разгона у велосипедистов различной спортивной квалификации. В связи с этим нами и были проведены исследования в лабораторных условиях, в которых приняли участие велосипедисты от кмс до спортсменов II разряда. На модифицированном велоэргометре "Монарк" велосипедистам давался старт на дистанцию 3 км с места (В.В. Тимошенко с соавт., 1983). Динамографические показатели

силы, прикладываемой к шатунам, рулю и седлу, регистрировались в течение первых десяти оборотов.

В результате исследований у кист были получены характеристики темпа педалирования, максимальных и минимальных сил (рис. 5а). Так, на первом обороте максимальные и минимальные тангенциальные силы составили 587 и 142 Н соответственно, а темп педалирования - 60 об/мин. На втором обороте максимальные силы снизились на 217 Н, то есть примерно вдвое и составили 370 Н, а минимальные - 145 Н. Темп педалирования возрос примерно в 1,5 раза, то есть на 33,7 об/мин и составил 93,7 об/мин. На третьем обороте темп составил 115,4 об/мин, а максимальные и минимальные силы соответственно 311 и 121 Н. На последующих оборотах снижение сил было меньшим и колебалось от 59 до 24 Н - максимальные и от 24 до 7 Н - минимальные, при возрастании темпа педалирования от 4,6 до 2,4 об/мин. Среднедистанционный темп педалирования велосипедисты набирали к пятому обороту или за 2,66 с. Так, на четвертом обороте у них темп педалирования составлял 120,0 об/мин, превышая тем самым среднедистанционный на 1,1 об/мин. На десятом обороте темп достигал 122,4 об/мин, превышая дистанционный на 3,6 об/мин, то есть спортсмены данной квалификации экономично набирали темп. При математическом анализе полученных данных была выявлена обратно-пропорциональная зависимость между силовыми (максимальными и минимальными) и темповыми характеристиками, где $\gamma = -0,98$ и $\gamma = -0,81$ соответственно.

Примерно аналогичная динамика стартового разгона была выявлена у велосипедистов I и II спортивных разрядов (рис. 5в, с).

На основании математического анализа было получено множественное линейное уравнение регрессии, позволяющее рассчитать кос-

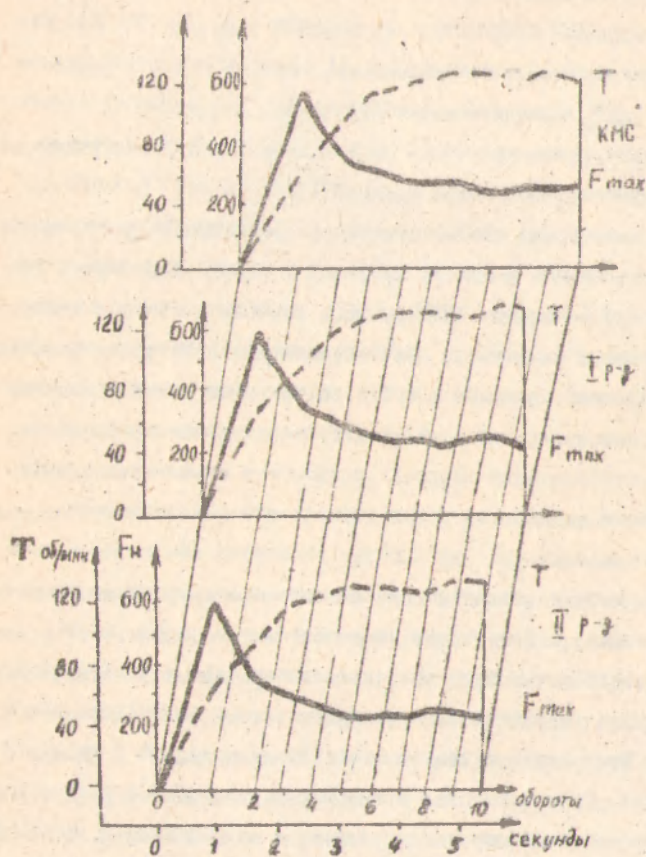


Рис. 5. Динамика стартового разгона у велосипедистов различной спортивной квалификации (в лабораторных условиях)

По оси ординат - темп педалирования, в об/мин и величина сил прикладываемых к шатунам, в Н; по оси абсцисс - порядковый номер оборота шатуна и время в с.

T - темп педалирования; F_{max} - максимальные тангенциальные силы, прикладываемые к шатуну.

венным путем максимальные тангенциальные силы, прикладываемые к шатунам на каждом обороте:

$$Y = -54,850 + 711,050 \cdot X_1 - 3,850 \cdot X_2, \quad (12)$$

где Y - максимальные тангенциальные силы, в Н; X_1 - время цикла, ч с; X_2 - порядковый номер цикла, в ед..

В приведенном уравнении регрессии множественный коэффициент корреляции равен 0,943 при $r \leq 0,01$.

Закономерность набора темпа при стартовом разгоне, выявленная в естественных условиях на шоссе и треке (А.В.Седов, 1966; Р.И.Рек, В.Ф.Татаркин, 1978), нашла подтверждение и в лабораторных. Некоторые отличия по набору дистанционного темпа в лабораторных условиях по сравнению с естественными можно объяснить тем, что при последнем велосипедисту приходится преодолевать большее сопротивление внешней среды и тем самым прикладывать больше сил к педалям, в результате чего и затягивается несколько стартовый разгон.

В известных исследованиях имеются противоречивые точки зрения по вопросу влияния утомления на технику движения спортсмена. В связи с этим нами были проведены лабораторные эксперименты, в которых приняли участие велосипедисты от мс до II спортивного разряда. Во время выполнения теста "3 км с места" в начале и в конце 1-го, 2-го и 3-го км регистрировались динамографические характеристики педалирования у каждого велосипедиста. В конце 3-го км регистрировались характеристики за 200 м до финиша и финиширование.

Так, на основании исследований было выявлено, что наиболее эффективна техника педалирования по биомеханическому коэффициенту полезного действия (КПД) у всех обследованных велосипедис-

тов - в начале теста, то есть когда спортсмен не утомлен. Затем в конце I-го км эффективность техники начинает снижаться, достигая КПД 55-65%, что обусловлено спортивной квалификацией и степенью утомления. В конце 2-го и особенно 3-го км техника изменяется существенно, где значительно снижается КПД, достигающий в отдельных случаях 40%, и наблюдается переход с "кругового" на "импульсный" способ педалирования. Во время финиширования под влиянием увеличения темпа педалирования, достигающего до 141 об/мин у мастеров спорта и до 119,5 об/мин у спортсменов II разряда, а также общего утомления существенное изменение претерпевает техника спортивного педалирования. Необходимо отметить, что изменение техники повлекло за собой и снижение темпа педалирования, особенно это проявляется на 2-ом км у велосипедистов, начиная с кмс и ниже (рис. 6).

При педалировании в состоянии утомления изменяется характер функционирования отдельных групп мышц. Наглядно это видно по тензограммам сил, прикладываемых к рулю и седлу велосипеда.

Таким образом, на основании изучения стартового разгона у велосипедистов было установлено, что временные параметры примерно аналогичны у всех обследованных гонщиков независимо от возраста и спортивной квалификации. Этим самым была подтверждена концепция В.С. Фарфеля о временных закономерностях стартового разгона у спортсменов в циклических локомоциях.

Также установлено, что под влиянием утомления происходят изменения в технике движения и чем сильнее утомление, тем существеннее нарушения в структуре движения, которая в конечном итоге снижает биомеханический КПД спортсмена. В период утомления у квалифицированных велосипедистов наблюдается переход с "кругового" на "импульсное" педалирование. В результате для

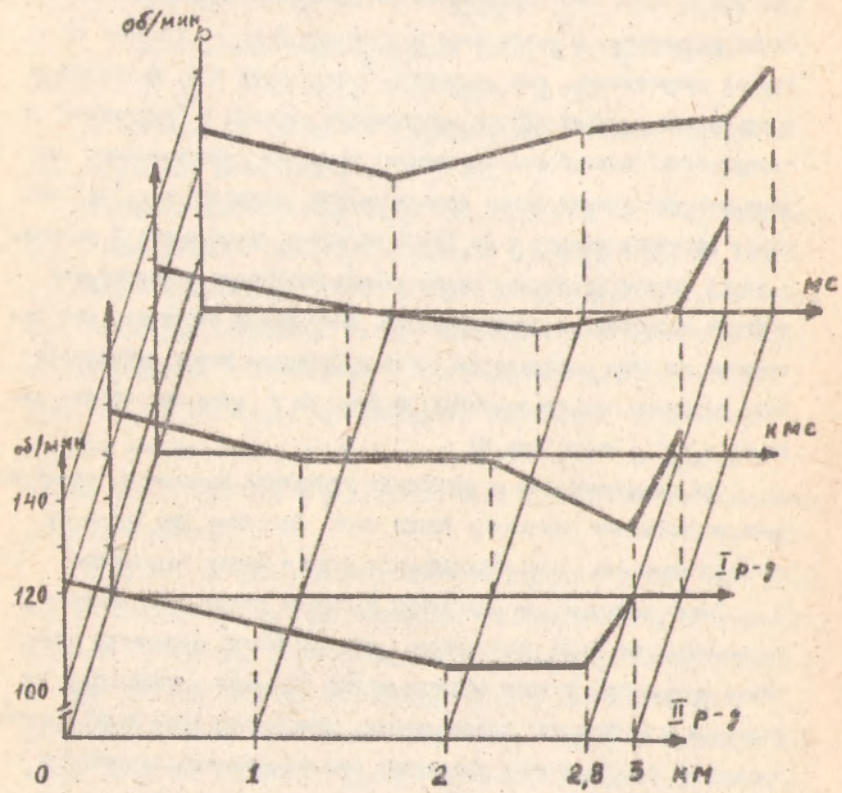


Рис: 6 Динамика распределения сил в тесте "3-и км с места" у велосипедистов различной спортивной квалификации.

По оси ординат - темп педалирования, в об/мин;
по оси абсцисс - отрезки дистанции, в км.

поддержания скорости передвижения на одном уровне гонщику приходится в середине и особенно в конце дистанции прикладывать к педалям значительно больше сил, чем в самом начале. В свою очередь это нацеливает на создание такой методики тренировки, которая позволила бы гонщику эффективно реализовать свои способности на протяжении всей дистанции, а это представляется возможным при использовании специальных тренажеров, снабженных соответствующими модельными характеристиками.

На основании проведенных исследований были вскрыты закономерности спортивного педалирования и, в частности, видов ("носковой", "пяточный", "смешанный") и способов ("круговой", "импульсный"), рассмотрены закономерности прикладывания сил к опорным частям велосипеда. Сделано заключение о существовании "мертвых" точек у высококвалифицированных велосипедистов и их отсутствие в большинстве случаев у спортсменов массовых разрядов. В работе найдено подтверждение концепции о закономерностях стартового разгона в циклических локомоциях. Установлено, что под влиянием утомления происходят изменения в технике движения спортсменов. Разработаны модельные характеристики техники спортивного педалирования для велосипедистов основных спортивных квалификаций (мс, кмс, I, II разряды, начинающие) в двадцати основных режимах.

3. КОНТРОЛЬ ТЕХНИЧЕСКОГО МАСТЕРСТВА И ФИЗИЧЕСКОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ СПОРТСМЕНОВ-ВЕЛОСИПЕДИСТОВ

В настоящий раздел вошли материалы, рассматривающие биомеханический критерий техники спортивных локомоций, методику его экспресс-контроля и экономичности; темп в спортивных циклических локомоциях; определение физической работоспособности спортсменов.

Биомеханический критерий техники спортивных локомоций, методики его экспресс-контроля и экономизации базировались на исследованиях внешних и внутренних характеристик спортивного педалирования велосипедистов различных квалификаций, где были получены количественные и качественные параметры. Эти параметры тесно связаны между собой и характеризуют биомеханический коэффициент полезного действия, то есть отношение полезной работы, идущей на продвижение вперед, к затраченной. прикладываемой к педалям, выраженный в процентах.

В результате расчета биомеханического КПД было установлено, что для квалифицированных велосипедистов он равен от 74 до 90%, массовых разрядов - от 50 до 60%. Необходимо отметить, что рассмотренный коэффициент является основным показателем для оценки техники в спортивных циклических локомоциях. Чем выше коэффициент, тем рациональнее техника движения, что в конечном итоге позволяет гонщику показывать более высокий спортивный результат при меньших энерготратах.

Проведенный нами эмпирический и математический анализ выявил, что между скоростью продвижения, в частности велосипедиста, и биомеханическим КПД имеется статистически достоверная корреляционная зависимость, которая позволяет рассматривать его как интегральный биомеханический критерий техники спортивных циклических локомоций.

Учитывая важность знания биомеханического КПД и сложность его получения инструментальным путем, нами на основании экспериментальных результатов было рассчитано множественное линейное уравнение регрессии:

$$Y_1 = 9,082 + 0,484 X_1 + 43,735 X_2, \quad (13)$$

где Y_1 - биомеханический КПД, в процентах; X_1 - значение равно-

мерности педалирования, в процентах; X_2 - время одного цикла, в с.

Статистические характеристики уравнения составляют множественный коэффициент корреляции 0,868, $F_{кр.} = 167,0$ при $p < 0,01$.

Таким образом, косвенным путем можно рассчитать биомеханический КПД и на основании экспресс-контроля определить техническое мастерство спортсмена, в данном случае велосипедиста.

Для характеристики экономичности техники в спортивных циклических локомоциях рекомендуется рассчитывать константу пути, то есть величину энерготрат, приходящуюся на один метр пути. Однако, учитывая то, что во время движения по трассе, например, велосипедиста-шоссейника, лыжника и т.д., встречаются значительные колебания рельефа местности (подъемы и спуски), силы и направления ветра (встречный, боковой, попутный), а также различное покрытие трассы, что в конечном итоге значительно влияет на константу пути, не всегда корректно применять ее как характеристику экономичности техники спортивного движения. Существенное влияние оказывает также передаточное отношение шестерен в велосипеде, которое меняется в зависимости от перечисленных выше факторов. В связи с этим нами предлагается рассчитывать экономичность техники спортивного педалирования (ЭТСП) на основании отношения частоты сердечных сокращений к биомеханическому КПД. Формула расчета представляет:

$$\text{ЭТСП} = \frac{\text{ЧСС}}{\text{биомех.КПД}}, \quad (14)$$

где ЭТСП - экономичность техники спортивных циклических локомоций, в отн.ед.; ЧСС - частота сердечных сокращений, в уд/мин; биомех.КПД - биомеханический КПД, в процентах.

Чем меньше величина ЭТСП, тем экономичнее техника движения спортсмена. Рассмотренный показатель позволяет сравнивать техни-

ку в различных климатических и других условиях.

В заключение отметим, что исходя из вышеизложенного, видно, что критерием техники спортивных циклических локомоций является биомеханический КПД, который можно рассчитывать для экспресс-контроля косвенным путем по приведенной формуле. Экономичность техники спортивных циклических локомоций целесообразно в некоторых видах спорта, где влияние на спортсмена оказывает рельеф местности, метеорологические условия и другие факторы, рассчитывать по предлагаемой формуле. В целом настоящий подход может найти применение в большинстве видов спортивных циклических локомоций.

Контроль за физической работоспособностью велосипедистов на велоэргометре проводился у спортсменов от мастеров спорта до начинающих.

Темп в спортивных циклических локомоциях необходимо постоянно совершенствовать. Для этих целей в учебно-тренировочном процессе применяются различные звуковые ритмолидеры. Однако, по мнению некоторых авторов, длительное применение ритмолидеров может отрицательно сказаться на технике движения, в частности велосипедиста, из-за акцентированных сил в момент получения импульса. Для ответа на поставленный вопрос нами были проведены исследования, в которых приняли участие велосипедисты II спортивного разряда. У них во время исследований регистрировались: темп педалирования и тензограммы сил, прикладываемых к опорным частям велосипеда. Постановка исследований заключалась в следующем: одной группе испытуемых давалось задание выполнять темп педалирования под звуковой сигнал, поступающий по наушникам от ритмолидера (электронного метронома), под правую ногу; другой - выполнять темп, задаваемый под индикаторный лидер (спидометр).

Спортсменам обеих групп давалось задание педалировать в режиме от 60 до 150 об/мин, с интервалом в 10 об/мин.

В результате исследований было установлено, что при работе под ритмолидер рассогласование темпа педалирования заданного и выполненного (в процентном отношении) при увеличении темпа движения возрастает. Так, в режимах 60 об/мин оно составило 9,9%; 150 об/мин - -22,5%. При педалировании под индикаторный лидер рассогласование темпа составило при 60 об/мин 14,6%, при 150 - 2,5%. Как видно из приведенных данных, темп педалирования под индикаторный лидер в меньшей мере отличается от заданного, нежели под ритмолидер.

Анализ суммарных тангенциальных сил, прикладываемых к шатунам, был направлен на изучение асимметрии между первой ($0-180^\circ$) и второй ($180-360^\circ$) полуокружностями, которая рассчитывалась по известной формуле. На основании проведенных расчетов было установлено, что при работе под ритмолидер в режиме 60 сигналов в минуту силовая асимметрия составляет 38,7% и 150 - 17,9%. При работе под индикаторный лидер в режиме 60 асимметрия составила 4,7% и 150 - 2,8%. Таким образом, еще раз нашло подтверждение то, что выполнение циклических локомоций под ритмолидер способствует проявлению значительной асимметрии, нежели под индикаторный лидер.

На основании проведенных исследований и представленного материала установлено, что совершенствовать темп педалирования целесообразно при помощи индикаторного лидера, а не ритмолидера. В связи с этим при тестировании спортсменов на велоэргометре и исследовании техники локомоций целесообразно применять индикаторный лидер (спидометр), так как при использовании ритмолидера у испытуемых будет выявляться "ложная" функциональная асимметрия.

Определение физической работоспособности людей различной подготовленности проводится на велоэргометре по общеизвестному тесту PWC_{170} . Однако известный тест не обеспечивает должной точности определения физической работоспособности испытуемого из-за того, что в нем недостаточно точно измеряются основные характеристики: длина пути, описываемая педалью, силы, прикладываемые к педалям, количество фактически выполненных оборотов шатуна. Все это существенно влияет в конечном итоге на определение физической работоспособности спортсмена. Так, например, длина пути, описываемая педалью, зависит от длины шатуна, которая бывает на велоэргометрах от 0,170 до 0,175 м и поэтому составляет от 1,068 до 1,099 м.

Затраченные силы, прикладываемые к педалям, не полностью идут на их движение, а частично рассеиваются, так как зависят от индивидуальных особенностей испытуемого, в частности, владения им техникой педалирования, то есть биомеханического КПД. Так, например, умеющие ездить на велосипеде, прилагают сил меньше, чем не умеющие, на одну и ту же мышечную нагрузку, так как коэффициент передачи силы у них выше. В связи с этим передача сил от педалей к шатунам индивидуальна и имеет поэтому довольно широкий диапазон.

Количество оборотов шатунов, выполняемое испытуемым на велоэргометре, зависит от нескольких факторов: индикатора, задающего темп, и квалификации спортсмена. В связи с этим на основании приведенного выше материала целесообразно применять индикаторные лидеры, типа спидометр, и счетчик для фиксации количества оборотов, выполненных испытуемым.

На основании всего вышеизложенного по данному вопросу нами была предложена формула для определения физической работоспособ-

ности испытуемого на велоэргометре¹⁾:

$$PWC_{I70} = (C \cdot F_1 \cdot T_1) + [(C \cdot F_2 \cdot T_2) - (C \cdot F_1 \cdot T_1)] \cdot \left(\frac{I70 - \overset{0}{f_1}}{\overset{0}{f_2} - \overset{0}{f_1}} \right), \quad (15)$$

где PWC_{I70} - физическая работоспособность испытуемого при пульсе 170 уд/мин, выраженная в кгм/мин; C - путь движения педали по окружности, выраженный в м; F_1 и F_2 - затраченные фактические силы, прикладываемые к педалям при первой и второй нагрузках, в кгс; T_1 и T_2 - выполненный темп педалирования при первой и второй нагрузках, выраженный в количестве оборотов; $\overset{0}{f_1}$ и $\overset{0}{f_2}$ - частота сердечных сокращений в конце первой и второй нагрузки, в уд/мин.

В результате сравнения общепринятого и предложенного нами способов расчета физической работоспособности спортсмена было выявлено, что фактическая мощность нагрузки при одной и той же внешней заданной увеличивается во втором случае от 1,5 до 2-х раз, это в конечном итоге повышает объективность настоящего велоэргометрического теста.

На основании проведенных исследований предложены: критерий технического мастерства - биомеханический КПД и способ его косвенного расчета при спортивном педалировании. Предложена также формула расчета экономичности техники спортивных циклических локомоций, которая может быть применена во многих видах спорта. Установлено, что темп педалирования целесообразно задавать под индикаторный лидер, по всей видимости, это касается всех циклических локомоций. Разработан способ определения физической работоспособности спортсмена, повышающий точность измерения по отношению к общеизвестному (PWC_{I70}) в 1,5-2 раза.

1) Тимошенков В.В. Заявка на изобретение.- №4601423/14-155250, 1988.

4. АПРОБАЦИЯ ОБЩЕЙ ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ КОНЦЕПЦИИ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩЕЙ РЕАЛИЗАЦИЮ ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ СПОСОБНОСТЕЙ СПОРТСМЕНОВ

В приведенном материале рассматривается методический подход к подбору оптимальной рабочей посадки спортсменам-велосипедистам; применение персональных ЭВМ для расчета, контроля и оптимизации техники спортивных локомоций; методические принципы разработки велотренажеров и изучение эффективности их применения.

Методический подход к подбору оптимальной рабочей посадки спортсменам-велосипедистам. Техника спортивного педалирования зависит от рабочей позы и чем она совершеннее, тем и техника педалирования эффективнее. В связи с этим она занимает одно из центральных мест в техническом мастерстве спортсменов. Поэтому каждому гонщику высокого класса необходимо иметь оптимальную рабочую посадку, исходя из его анатомофизиологических возможностей и потенциальных способностей организма.

Для установки оптимальной рабочей посадки велосипедисту, то есть наилучшей для данного спортсмена, нами разработан подход, суть которого заключается в том, что испытуемому во время работы на велостенде, состоящем из велостанка, велосипеда и специальной регистрирующей аппаратуры, первоначально устанавливается его индивидуальная посадка, в которой он тренируется и выступает на соревнованиях. В это же время исследователем регистрируются основные параметры - биомеханические и физиологические: биомеханический КИД и частоту сердечных сокращений при работе гонщика в этой посадке и в индивидуальном соревновательном темпе, характерном для избранного вида гонок (на шоссе или треке). В этом темпе и посадке спортсмен работает 3-5 минут, которые являются фоновыми. Эффективность рассчитывается по предложенной вы-

ше формуле - ЭТСП. Первым этапом оптимизации является установка седла по высоте, где поднимают или опускают и находят оптимум по ЭТСП. Следующий этап - установка длины посадки, также с последующим расчетом ЭТСП. После этого переходят к подбору выноса руля. Последний этап - подбор длины шатуна с корректировкой установки седла по высоте и длине (относительно кареточного вала).

Настоящий подход к установке оптимальной рабочей посадки, в частности велосипедистам высокого класса, можно также использовать для различных спортивных специализаций (шоссе, трек, велокросс) и видов спорта, например, гребля и другие. Реализация разработанного подхода позволит спортсменам оптимизировать рабочую позу и тем самым повысить специальную работоспособность.

Применение персональных ЭВМ для расчета, контроля и оптимизации техники спортивных локомоций. На основании проведенных исследований и математического анализа были получены уравнения регрессии (более 600) и составлен алгоритм по контролю и оптимизации техники спортивных локомоций, реализованный на персональной ЭВМ ЕС-1840. Для получения информации о технике спортивных движений на экране дисплея набираются цифровые значения важнейших ее параметров, которые получены в процессе учебно-тренировочного занятия по проводам или радиотелеметрически. В частности для спортсменов-велосипедистов это тангенциальные силы, прикладываемые суммарно к шатунам, рулю и седлу. В результате на экране дисплея и на печатающем устройстве (принтере) выдается информация в виде графиков, векторграмм и таблиц о динамических и кинематических характеристиках и интегральном показателе. После анализа рассмотренной информации для оптимизации техники спортивного педалирования вводится необходимая корректировка основных параметров, суммарных тангенциальных сил и биомеханического

ИД. Таким образом решается одна из сложнейших проблем биомеханики - обратная задача динамики. Дальнейший контроль и управление за скорректированными оптимальными параметрами спортивного педалирования или других локомоций целесообразно в учебно-тренировочном процессе осуществлять через технические устройства с обратной связью, то есть специальные тренажеры.

В заключение отметим, что разработанный и реализованный нами методический подход, в частности в велосипедном спорте, раскрывает новые широкие перспективы применения вычислительной техники и компьютерного моделирования спортивных локомоций.

Методические принципы разработки велотренажеров и изучение эффективности их применения. На основании литературных и собственных данных мы пришли к заключению, что при разработке тренажеров для обучения и совершенствования различных двигательных навыков и физических качеств необходимо придерживаться следующей последовательности: постановка цели, постановка задачи, выявление ведущего параметра, разработка модельных характеристик, конструирование тренажера, разработка методики применения тренажера, внедрение тренажера в практику.

Рассмотренные выше принципы разработки спортивных тренажеров легли в основу создания нами ряда тренажеров для спортсменов-велосипедистов¹⁾.

Для изучения эффективности совершенствования техники спортивных движений в циклических локомоциях была проведена серия педагогических экспериментов, в которых приняли участие велосипедисты различной спортивной квалификации - от новичков до мастеров спорта.

1) Тимошенко В.В. А.с. СССР № 783834; Тимошенко В.В. А.с. СССР № 929127.

При подготовке спортсменов-велосипедистов нами применялись некоторые тренировочные устройства и тренажеры в сочетании, конструкции которых были описаны в литературе (Н.И.Петров, 1969; А.В.Марахотин, 1971; В.В.Тимошенко, 1980, 1982).

В первой серии педагогических экспериментов изучалась эффективность подготовки на механическом велотренажере (МВТ) и велотренажере срочной информации (ВТСИ). В результате проведенных экспериментов было установлено, что у велосипедистов экспериментальных групп техника спортивного педалирования улучшилась по биомеханическому КПД в I-й экспериментальной группе до 66,6%, во II-й - до 67,9%, в контрольной - на 0,7-1,4%. И что особенно важно, улучшения наблюдались также и на фоне утомления. В целом спортивная работоспособность велосипедистов экспериментальных групп возросла на 16,7-17,5%, в контрольной - на 4,0%.

Во второй серии педагогических экспериментов применялось "перекрестное" сочетание тренажеров МВТ и ВТСИ. На основании полученных данных было установлено, что наилучшее сочетание - это применение в начале ВТСИ, а затем МВТ, где биомеханический КПД составил в I-й экспериментальной группе 67,3%, во II-й - 66,1% и в контрольной - остался примерно на исходном уровне.

В третьей серии педагогических экспериментов привлекались высококвалифицированные велосипедисты (члены сборной команды республики). В результате подготовки на указанных выше тренажерах их специальная работоспособность к концу подготовительного периода возросла на 26,0%, а биомеханический КПД - до 68,5%.

В четвертой серии педагогических экспериментов приняли участие также велосипедисты. В первых трех группах спортсмены совершенствовали технику педалирования на тренировочных устройствах и тренажерах: на круглая ведущая звездочка, разрезная каре-

точная ось и МВТ, а в четвертой - контрольной - только на трех-
роликовых велостанках. Подготовка на велотренажерах составляла
примерно 25% от общего объема времени, отводимого на тренировку
на велостанках. В результате педагогического эксперимента было
установлено, что спортсмены первых трех групп, проходившие под-
готовку на тренировочных устройствах и тренажерах, превзошли
гонщиков контрольной группы по основным проведенным тестам. Эф-
фект от применения тренажеров был также виден и в спортивном се-
зоне, где велосипедисты экспериментальных групп улучшили спор-
тивный результат в гонке с раздельного старта на дистанции 20 км
в среднем на 3 мин, а контрольной - на 1,5 мин. Высшие достижения
велосипедистов в спортивном сезоне были таковы: в эксперименталь-
ных группах победителей и призеров ЦС ДСО - 3, первенства БССР -
II, а в контрольной победителей и призеров первенства БССР - 3.

В заключение отметим, что применение тренировочных устройств
и тренажеров, направленных на совершенствование техники спортив-
ного педалирования велосипедистов, позволило разнообразить учеб-
но-тренировочный процесс и сократить сроки на подготовку квали-
фицированных гонщиков. В конечном итоге был реализован один из
резервов, который позволил велосипедистам успешно выступать на
ответственных соревнованиях в течение спортивного сезона и до-
биваться высоких спортивных результатов и достижений.

Рассмотренные в работе общие педагогические концепции сви-
детельствуют о перспективности их применения и дальнейшей разра-
ботки в конкретных спортивных локомотивах. Так, например, подбор
и установка велосипедистам оптимальной рабочей посадки в системе
"спортсмен-велосипед", оптимизация техники спортивных локомотивов
и совершенствование ее с помощью вычислительной техники и специ-
альных тренажеров раскрывают новые пути повышения и реализации

потенциальных способностей спортсменов. Все это в конечном итоге позволяет более эффективно и с меньшими временными и биоэнергетическими потерями реализовать потенциальные способности спортсменов как в циклических локомоциях с механическими преобразователями движений, так и в других спортивных локомоциях.

ВЫВОДЫ

Обобщающие

1. Разработаны и обоснованы общие принципы формирования рациональной и оптимальной рабочей позы в системе "спортсмен-велосипед", которые могут быть использованы и в других подобных спортивных локомоциях. Рациональная посадка базируется на основных антропометрических характеристиках спортсмена и параметрах спортивного инвентаря. Оптимальная формируется в результате подбора параметров посадки спортсмену и расчета специального коэффициента, который характеризует экономичность подобранной рабочей позы. Разработанные принципы целесообразно применять при подборе рабочей позы во всех циклических видах спорта с механическими преобразователями движений, таких как велосипедный, лыжный, гребной, конькобежный.

Настоящий подход также может найти место в решении данной проблемы в военно-технических видах спорта, культивируемых ДОСААФ, - автомобильном, вертолетном, мотоциклетном, планерном, самолетном. А также в трудовой деятельности, где имеется система "человек-машина".

2. Установлено на основании аналитического и математического анализа, что интегральным показателем технического мастерства спортсменов является биомеханический коэффициент полезного дей-

ствия, то есть отношение полезной работы, идущей на продвижение спортсмена, к общей затраченной. Выявлено, что чем ближе этот показатель к 1,0 (100%), тем эффективнее реализуются потенциальные способности спортсмена. Косвенный расчет биомеханического КПД может производиться по множественному уравнению регрессии, в которое входят значения равномерности вращения шатунов и время выполненного одного цикла.

Экономичность техники спортивного педалирования, сокращенно ЭТСП, целесообразно рассчитывать по отношению частоты сердечных сокращений к биомеханическому КПД. Чем меньше величина ЭТСП, тем экономичнее будет техника движения спортсмена. Рассмотренный показатель может быть использован во всех циклических локомоциях и при выполнении различных режимов мышечной работы.

3. Разработан способ определения физической работоспособности спортсмена на велоэргометре, обеспечивающий повышение точности расчета по отношению к общеизвестному PWC_{170} от 1,5 до 2 и более раз. Точность достигается предложенной формулой и учетом фактических значений, входящих в нее: пути движения педали по окружности; затраченных сил, прикладываемых к педалям; выполненного темпа педалирования. На основании примененного способа измерения физической работоспособности спортсмена значения PWC_{170} увеличились примерно в два раза. В свою очередь это позволяет по-новому подойти и переосмыслить научные данные, накопленные в области физиологических исследований человека, в частности спортивной, космической, авиационной медицине и трудовой экспертизе.

Предложенный способ измерения физической работоспособности спортсмена ставит перед мировой промышленностью задачу изготовления принципиально новых велоэргометров, позволяющих корректно фиксировать эргометрическую нагрузку.

Целесообразно провести массовые обследования населения всех возрастных групп и на этой основе разработать формулы, номограммы, таблицы для пересчета заданной нагрузки в фактическую при тестировании по PWC_{170} на велоэргометрах, тредбанах, гребных эргометрах, степ-тестах.

4. В большинстве спортивных циклических и ациклических локомоциях в качестве интегрального параметра целесообразно использовать тангенциальные силы, направленные непосредственно на продвижение спортсмена, которые и обеспечивают наиболее высокий спортивный результат. Настоящий интегральный параметр позволяет контролировать и оптимизировать при помощи персональной ЭВМ на основании применения регрессионного анализа кинематические и динамические параметры движения. Оптимизированные на персональной ЭВМ параметры спортивных локомоций, введенные затем в виде модельных (эталонных) характеристик в специальные тренажеры, обеспечивают более качественную подготовку спортсменов и выведение их на рекордный результат.

Интегральный параметр, полученный в естественных условиях учебно-тренировочного занятия или соревнований при помощи радиостелеметрической системы, раскрывает новые широкие перспективы при управлении спортивными локомоциями.

В конечном итоге все это поднимает на новую качественную ступень техническое мастерство спортсменов и позволяет тем самым реализовать им свои потенциальные способности.

5. Разработаны методические принципы создания специальных тренажеров для подготовки спортсменов различной квалификации. На этих принципах разработано и апробировано два основных типа спортивных велотренажеров: "принудительного" воздействия и сверхсрочной информации. Спортивные велотренажеры "принудительного" воз-

действия - механический велотренажер - обеспечивают управление в основном кинематическими параметрами движения; сверхсрочной информации - велотренажер срочной информации - более универсальные и позволяют управлять кинематическими, динамическими и временными параметрами движений. В результате педагогических экспериментов выявлена правомерность предложенных принципов. Решение настоящей проблемы раскрывает широкие перспективы при конструировании и применении специальных тренажеров для различных видов спорта, что в значительной мере способствует повышению специальной работоспособности спортсменов за более короткий промежуток времени и с меньшими материальными и биоэнергетическими затратами.

6. Успешная реализация потенциальных способностей спортсменов в циклических локомоциях с механическими преобразователями движений может быть осуществлена на основании комплекса педагогических и биологических методов. В первую очередь необходимо по вышеперечисленным критериям оптимизировать рабочую посадку спортсмена, затем технику выполнения движений с последующим ее закреплением на специальных тренажерах. Такой подход позволяет в основном педагогическими методами повысить спортивные результаты гонщиков за более короткий промежуток времени, что особенно важно при его возрастающем дефиците.

По циклическим локомоциям

7. Изучение стартового разгона у представителей циклических локомоций, в частности велосипедистов, выявило обратно-пропорциональную зависимость между темпом педалирования и силой, прикладываемой к шатунам. Также выявлено, что в лабораторных условиях по этим же характеристикам спортсмены-велосипедисты различной

квалификации несущественно различаются между собой. Установлено, что динамика рассматриваемых характеристик в лабораторных и естественных условиях примерно аналогичная. В свою очередь это указывает на общую тенденцию и закономерности стартового разгона в циклических локомоциях.

8. Выявлено, что под влиянием утомления в экстремальных, то есть соревновательных условиях у спортсменов в циклических локомоциях наблюдается снижение показателей биомеханического КПД до 40%, которое тем существеннее, чем больше физическое утомление и чем ниже квалификация спортсмена. Снижение показателей биомеханического КПД влечет за собой снижение и темпа движения. Под влиянием физического утомления, в частности у велосипедистов, наблюдается переход с рационального "кругового" способа педалирования на менее эффективный - "импульсный". Выявленные закономерности, по-видимому, будут характерны для всех спортивных циклических локомоций.

9. Изучение темпа в спортивных циклических локомоциях выявило, в частности, что темп педалирования целесообразно задавать при помощи индикаторного лидера, то есть спидометра, а не ритмолидера со световой или звуковой индикацией. Это обусловлено тем, что рассогласование темпа при педалировании под индикаторный лидер в диапазоне от 60 до 150 мм/мин достигает до 2,6%, а под ритмолидер - до 23,0%. Также существенно увеличивается асимметрия в прикладываемых силах к шатунам, соответственно до 4,7 и 38,7%. В связи с выявленными закономерностями необходимо при тестировании на велоэргометрах и при исследовании техники в циклических локомоциях применять только индикаторные лидеры, то есть спидометры различных типов (механические, электрические, электронные).

По велосипедным локомоциям

Ю. Изучение посадки велосипедистов-шоссейников и результаты математического анализа выявили взаимосвязь между антропометрическими характеристиками спортсмена и основными параметрами его рабочей позы на велосипеде. Важными показателями антропометрических характеристик являются: длина туловища и длина ноги, а параметрами рабочей позы на велосипеде: установка седла по высоте, длина посадки и длина выноса руля. На основании рассмотренных характеристик и параметров были разработаны принципы установки рациональной и оптимальной посадки спортсменам-велосипедистам различных специализаций и пола. Также были разработаны и апробированы математические формулы формирования рациональной посадки велосипедистам-шоссейникам.

II. Изучение аэродинамических характеристик посадки велосипедистов позволило конкретизировать общую формулу лобового сопротивления для средней и низкой посадок и скорости набегающего потока от 8,40 до 18,08 м/с под углом к нему 0 и 30°. В результате проведенных аэродинамометрических экспериментов рассчитаны коэффициенты от 0,00184 до 0,879 и значения степени числа Рейнольдса от 0,213 до 0,750, необходимые для практического применения их в учебно-тренировочном процессе. В целях упрощения расчетов силы лобового сопротивления, действующей на велосипедиста, было разработано уравнение регрессии степенной функции, которое достаточно полно и надежно описывает разработанную аэродинамическую формулу.

12. Аналитический анализ тензограмм велосипедного педалирования установил, что при расчете сил, прикладываемых к педалям, необходимо учитывать статические силы, возникающие в результате

расположения ноги на педали, связанные с ее массой и креплением ее к педали за счет силы затягивания ремешков на спортивных велосипедах. Эти статические силы необходимо вычитать из общих статико-динамических, прикладываемых к педалям во время педалирования. Настоящий подход необходимо применять при регистрации сил, прикладываемых к педалям велоэргометра во время эргометрического тестирования и при контроле за техникой спортивного педалирования велосипедистов. Аналогичная закономерность прослеживается также при анализе сил, прикладываемых к рулю и седлу велосипеда. В связи с вышеизложенным до тестирования в рабочей посадке регистрируют статические силы, прикладываемые к опорным частям велосипеда или велоэргометра.

Рассмотренный подход может быть с некоторой модификацией применен в ряде циклических локомоций.

13. Изучение кинематических и динамических характеристик спортивного педалирования велосипедистов выявило асимметрию между голеностопными суставами, силами, прикладываемыми к педалям, которая зависит от нескольких факторов. В первую очередь от угловой асимметрии при педалировании, что и приводит в конечном итоге к нерациональному прикладыванию сил, что обусловлено неравномерностью развития силы мышц нижних конечностей. С ростом спортивной квалификации асимметрия снижается, это связано с постоянной работой спортсменов над техникой движения.

14. Выявлено, что во время выполнения спортивного педалирования для каждой педали у квалифицированных велосипедистов имеется две "критические" или "мертые" точки - верхняя и нижняя, где сила равна нулю, то есть отсутствует. Это связано с изменением направления движения сил. В одном случае - переход от давления к подтягиванию, в другом - наоборот. У начинающих велоси-

педистов этих "критических" точек может и не быть из-за полного или частичного отсутствия подтягивания педали. Также установлено, что по виду педалирование бывает в основном "исловым", "пяточным" и "смешанным", а по способу прикладывания сил к педалям и шатунам - "импульсным", "круговым" и "смешанным".

Силы, прикладываемые суммарно к шатунам по динамограмме напоминают синусоиду, которая претерпевает существенные изменения под влиянием целого ряда факторов: спортивной квалификации, тренированности спортсмена, темпа педалирования и некоторых других.

15. На основании исследований велосипедистов-шоссейников различной спортивной квалификации разработаны модельные характеристики динамических сил, прикладываемых к шатунам, рулю и седлу, отражающие техническое мастерство в основных режимах педалирования, применяемых на равнине: от 60 до 150 об/мин, в индивидуальном темпе, с акцентом на давление и акцентом на подтягивание педалей, в максимальном темпе, способом "танцовщица". Эти модельные характеристики позволяют вести поэтапный контроль за техникой спортивных локомоций у гонщиков от мастеров спорта до начинающих. Установлено, что динамика сил, прикладываемых к рулю и седлу велосипеда, имеет вид синусоиды, которые по отношению к суммарным тангенциальным сдвинуты по ходу вращения шатунов. При увеличении темпа педалирования возрастают силы, тянущие руль вверх и разгружающие седло.

Необходимо также разрабатывать модельные характеристики по рассмотренным выше параметрам в основных режимах работы при различных углах подъема и спуска с горы.

Рассмотренный подход к изучению технического мастерства спортсменов целесообразно применять и при разработке модельных

характеристик для тренировки, совершенствования и педагогического ряда других спортивных локомоций.

СПИСОК РАБОТ, СМУЖЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ

1. Половцев В.Г., Тимошенко В.В. Некоторые пути формирования рациональной техники педалирования // *Велосипедный спорт: Ежегодник*. - М.: Физкультура и спорт, 1977. - С.11-14.
2. Тимошенко В.В. К вопросу о программированном обучении техники педалирования велосипедистов // *Сборник трудов Всесоюзного симпозиума по биомеханическим проблемам управления спортивными движениями человека*. - Тбилиси, 1978. - С.133-135.
3. Тимошенко В.В., Половцев В.Г. Некоторые модельные характеристики техники педалирования велосипедистов-гонщиков различных спортивных квалификаций // *Велосипедный спорт: Ежегодник*. - М.: Физкультура и спорт, 1979. - С.37-42.
4. Тимошенко В.В., Половцев В.Г. Применение велотренажеров для совершенствования техники спортивного педалирования // *Теория и практика физической культуры*. - 1980. - №3. - С.45-47.
5. Тимошенко В.В. Применение тренажеров для совершенствования техники спортивного педалирования велосипедистов: Методические рекомендации. - Минск, 1980. - 16 с.
6. Тимошенко В.В. Устройство для измерения усилий велосипедиста: А.с. СССР №783834 // *Б.И.* - 1980. - №4.
7. Половцев В.Г., Тимошенко В.В. Специальные велотренажеры для совершенствования техники педалирования // *Велосипедный спорт: Ежегодник*. - М.: Физкультура и спорт, 1980. - С.31-35.
8. Тимошенко В.В. К вопросу о стандартизации измерений усилий, прилагаемых спортсменами-велосипедистами // *Стандартизация измерений в спорте: Тезисы докладов II Всесоюзной научно-техниче-*

ской конференции.- Минск, 22-24 окт. 1980.- М., 1980.- С.22-23.

9. Тимошенко В.В. К вопросу о формировании темпа педалирования у велосипедистов // Тезисы УШ научной конференции республик Прибалтики и Белоруссии по проблемам спортивной тренировки.- Таллин, 1980.- Ч.П.- С.144-145.

10. Полющев В.Г., Тимошенко В.В. Исследование некоторых биомеханических характеристик техники спортивного педалирования велосипедистов // Биология. Биомеханика. Биохимия. Медицина. Физиология: Материалы Всемирного научного конгресса "Спорт в современном обществе".- 3-е напр.- М.: Физкультура и спорт, 1980.- С.232.

11. Тимошенко В.В. О технике педалирования велосипедистов-досейников // Велосипедный спорт: Ежегодник.- М.: Физкультура и спорт, 1981.- С.29-36.

12. Тимошенко В.В., Гинзбург Г.И. Математическое моделирование биомеханических параметров техники спортивного педалирования велосипедистов // Тезисы докладов Всесоюзной научной конференции "Механико-математическое моделирование спортивной техники".- М., 1982.- С.47-48.

13. Тимошенко В.В. О биомеханическом анализе усилий, прилагаемых спортсменами к педалям велосипеда во время педалирования // Материалы научно-методической конференции республик Прибалтики и Белоруссии "Проблемы спортивной тренировки".- Минск: Польша, 1982.- С.78-79.

14. Тимошенко В.В. Велодинамометр и методика измерения специальной мышечной силы велосипедистов // Велосипедный спорт: Ежегодник.- М.: Физкультура и спорт, 1982.- С.40-42.

15. Тимошенко В.В. Динамические характеристики стартового разгона велосипедистов // Велосипедный спорт: Ежегодник.- М.:

Физкультура и спорт, 1982.- С.47-48.

16. Тимошенко В.В. Велотренажер: А.с. СССР №929127 // Б.И.- 1982.- №19.

17. Тимошенко В.В., Спивак А.Н. О подборе нагрузки на велоэргометре для тестирования специальной работоспособности студентов-велосипедистов // Тезисы докладов IX республиканской научно-методической конференции "Проблемы физического воспитания и спортивной подготовки студенческой молодежи".- Гомель, 1983.- С.183-184.

18. Тимошенко В.В. Тренажеры и устройства для обучения и совершенствования техники педалирования спортсменов-велосипедистов // Научно-методические и медицинские вопросы разработки и применения в спортивной тренировке, физическом воспитании, массово-оздоровительной физической культуре технических средств и тренажеров: Тезисы докладов республиканской научно-практической конференции.- Киев, 1984.- С.35.

19. Тимошенко В.В. Установка рациональной посадки на велосипеде // Велосипедный спорт: Ежегодник.- М.: Физкультура и спорт, 1985.- С.42-45.

20. Тимошенко В.В. Тормозное устройство для велосипедного станка // Велосипедный спорт: Ежегодник.- М.: Физкультура и спорт, 1986.- С.30-32.

21. Тимошенко В.В. Применение компьютеров для контроля и оптимизации техники спортивных локомоций // Рекомендации Всесоюзной научно-методической конференции "Совершенствование учебного процесса по физическому воспитанию студентов высших учебных заведений".- М.: ТСХА, 1989.- С.92-93.