

1977.195.5  
1834

**ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ИНСТИТУТ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ**

---

**На правах рукописи**

**ГРИГОРЬЕВ Виктор Афанасьевич**

**УДК 796.922. + 796.012.5**

**СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ЗА КИНЕМАТИЧЕСКИМИ  
ПРОЯВЛЕНИЯМИ ТЕХНИЧЕСКОЙ  
ПОДГОТОВЛЕННОСТИ ЛЫЖНИКОВ-  
ГОНЩИКОВ ВЫСОКОЙ КВАЛИФИКАЦИИ**

**13.00.04—Теория и методика физического воспитания  
и спортивной тренировки (включая методику лечебной  
физкультуры)**

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

**МОСКВА—1984**

Работа выполнена во Всесоюзном научно-исследовательском институте физической культуры.

Научный руководитель - кандидат биологических наук,  
старший научный сотрудник  
МАРТЫНОВ В.С.

Официальные оппоненты - доктор педагогических наук,  
профессор РАТОВ И.П.

кандидат педагогических наук,  
доцент КУЗНЕЦОВ В.К.

Ведущая организация - Московский областной педагогический институт им.Н.К.Крупской

Защита состоится "18" сентября 1985 г.,  
в "15<sup>30</sup>" часов на заседании специализированного совета  
К 046.04.01 Всесоюзного научно-исследовательского института физической культуры, Москва, ул.Казакова, 18.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Всесоюзного НИИ физической культуры.

Автореферат разослан "13" ноября 1985 г.

Ученый секретарь  
специализированного совета

НОВИКОВ А.А.

### ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность. Техника движений является одним из важнейших факторов, определяющих спортивное мастерство лыжника-гонщика и его соревновательный результат. Вопросам совершенствования двигательных действий при передвижении на лыжах посвящено значительное число научных исследований. Несмотря на многообразие количественных показателей, используемых в этих исследованиях и характеризующих кинематику движений лыжника-гонщика, тем не менее отсутствует единая общепризнанная рациональная номенклатура кинематических характеристик, которую следует положить в основу системы контроля за техническим мастерством.

Разработка и внедрение в практику тренировочной деятельности рациональной номенклатуры кинематических показателей для контроля за технической подготовленностью высококвалифицированных лыжников-гонщиков имеет большое значение для их спортивного совершенствования.

Цель исследования. Совершенствование технической подготовленности высококвалифицированных лыжников-гонщиков.

Гипотеза. Предполагается на основе системы контроля за технической подготовленностью высококвалифицированных лыжников-гонщиков, включающей инструментальные методы анализа кинематических проявлений, синтезированные тесты и дискриминативные уравнения регрессии, повышать эффективность педагогического контроля.

Задачи исследования:

1. Обосновать рациональную номенклатуру кинематических характеристик лыжного хода и разработать технологии их регистрации.
2. Выявить информативные тесты технической подготовленности высококвалифицированных лыжников-гонщиков.

3. Разработать, опробовать и внедрить в практику усовершенствованную методику контроля за технической подготовленностью лыжников-гонщиков.

Научная новизна. Разработана система количественной оценки эффективности технического мастерства лыжников-гонщиков высокой квалификации.

Впервые кинематические характеристики движений лыжного хода использованы для вычисления биомеханических показателей, характеризующих энергетику передвижения на лыжах, и их информативность количественно оценена по критерию - экономичность.

На основе количественного анализа информативности кинематических показателей технической подготовленности лыжников-гонщиков отобраны наиболее информативные показатели, отражающие экономичность двигательной деятельности.

Разработаны высокоинформативные тесты технической подготовленности как линейные комбинации простых информативных показателей и количественно оценена их различительная возможность.

Для оценивания эффективности технической подготовленности использован графический способ с применением дискриминативной линии, построенной в системе координат, где по оси абсцисс - результат теста, по оси ординат - энергетическая стоимость метра пути. Дискриминативные линии построены на основе эмпирических данных и формализованы в виде уравнений регрессии.

Практическая значимость. Разработанная система контроля за кинематическими проявлениями технической подготовленности лыжников-гонщиков высокой квалификации позволяет оценить эффективность двигательной деятельности при передвижении на лыжах. С помощью

данной системы возможно повышать техническое мастерство, что выражается в уменьшении энергозатрат на выполнение механической работы в цикле лыжного хода, экономии метаболической энергии и улучшении спортивного результата.

Основные положения, выносимые на защиту

1. Комплексная система объективной оценки технической подготовленности лыжников-гонщиков высокой квалификации.

2. Рациональная номенклатура показателей контроля за технической подготовленностью высококвалифицированных лыжников-гонщиков, основанная на тесной взаимосвязи информативных кинематических характеристик и разработанных высокоинформативных тестов с экономичностью двигательной деятельности.

3. Совокупность дискриминативных признаков, позволяющая оценивать сравнительную эффективность технического мастерства лыжников-гонщиков высокой квалификации.

Структура диссертационной работы. Работа состоит из введения, шести глав, заключения, выводов, практических рекомендаций, библиографии и приложения (глава I - Анализ литературных источников; глава II - Методы и организация исследований; главы III и IV - Экспериментальные исследования; глава V - Педагогический эксперимент; глава VI - Обсуждение полученных результатов, выводы, практические рекомендации). Диссертация состоит из 169 страниц машинописного текста, содержит 14 таблиц и 24 рисунка. Библиографический указатель включает 173 наименования литературных источников, из которых 107 на русском и 66 на иностранных языках.

#### МЕТОДЫ И ОРГАНИЗАЦИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Для решения поставленных задач применялись следующие методы:

1. Анализ научно-методической литературы.
2. Анализ педагогической документации.
3. Педагогические наблюдения.
4. Педагогический эксперимент.
5. Фотоциклография и кинофотоциклография.
6. Спидометрия.
7. Пульсометрия и кардиолидирование.
8. Измерение коэффициентов трения скольжения и трения сцепления.
9. Газоанализ выдыхаемого воздуха.
10. Определение концентрации лактата в крови.
11. Методы математической статистики.

Кроме того, использовались современные методы определения механической работы и энергии при передвижении на лыжах.

При регистрации кинематических характеристик техники передвижения на лыжах использовалась методика, основанная на фоторегистрации и кинофоторегистрации траекторий угловых отражателей, фиксируемых на теле спортсмена и используемых в качестве маркеров (Шакирзянов, 1969). Эта методика сохраняет все достоинства циклографических методов, таких как дистанционность, бесконтактность и др. Циклографическая установка состоит из двух блоков: циклографа и киноциклографа. Циклограф включает механический стробоскоп, бленду, зеркало для отражения света, осветительную лампу мощностью 500 Вт и фотографический аппарат "Смена-8М". Киноциклограф использовали для записи киноциклограмм с целью уточнения количества световых точек при остановке сегмента тела.

Проверка метода циклографии на точность измерения скорости, времени, линейных измерений, проведенная в отделе спортивной метрологии, патентования и новой техники ВНИИЖКа, позволила установить, что действительная относительная погрешность измерения скорости не превышает 2%.

При определении величин механической работы и энергии при передвижении на лыжах в подъем явную механическую работу представляли как сумму внешней, внутренней механической работы и работы по преодолению внешних контактных сил:

$$A = A_{внш} + A_{вн} + A_{тр}$$

$$A_{внш} = 2 \left[ mg \Delta h + \frac{m}{2} (v_{max}^2 - v_{min}^2) \right] + mg \cdot S \cdot \sin \alpha$$

$$A_{вн} = \sum_{i=1}^k \left[ \Delta \left( \frac{mv^2}{2} \right) + \Delta \left( \frac{J\omega^2}{2} \right) \right]$$

$$A_{тр} = mg \cdot \kappa \cdot S \cdot \cos \alpha \cdot \left( 1 - \frac{2\ell_g}{S} \right)$$

где:  $A_{внш}$  - внешняя механическая работа, Дж;  $A_{вн}$  - внутренняя механическая работа, Дж;  $A_{тр}$  - работа по преодолению силы трения лыж о снег, Дж;  $J$  - главный центральный момент инерции сегмента;  $m$  - масса тела, кг;  $\omega$  - угловая скорость, рад/с;

$g$  - ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>;  $\Delta h$  - величина вертикального перемещения ОЦМТ в каждом шаге, м;  $S$  - длина цикла, м;  $v_{max} - v_{min}$  - максимальная и минимальная величины линейной скорости ОЦМТ в цикле, м/с;  $\ell_g$  - длина выпада, м;  $\alpha$  - крутизна подъема, град.

Все математические расчеты проводили на ЭВМ СМ-4, используя программу, основанную на моделировании 14-звенной модели человеческого тела.

#### Организация исследований

Экспериментальная часть исследований состояла из пяти серий:

- серия № 1 - предварительный эксперимент, направленный на освоение и совершенствование методики регистрации циклограмм и метрологическую поверку метода циклографии;
- серии № 2, 3 - основное экспериментальное исследование, в котором выявляли информативные тесты технической подготовленности, основанные на регистрации кинематических характеристик;
- серия № 4 - педагогический эксперимент;
- серия № 5 - исследования, направленные на определение надежности информативных кинематических показателей и тестов.

В серии № 2 в качестве испытуемых приняли участие 18 спортсменов высшей квалификации, из них 10 человек МСМК по лыжным гонкам. В серии № 3 испытуемыми были 12 спортсменов I спортивного разряда. И в том и в другом случае регистрировали циклограммы одного цикла лыжного хода при передвижении в подъем крутизной  $6^{\circ}$  на заданном уровне ЧСС 160 и 180 уд/мин. Спортсмен после разминки пробегал отрезок дистанции в течение 5 минут на определенном уровне ЧСС, затем, строго поддерживая его, преодолевал подъем длиной 140 метров. Кроме того, в серии № 2 подобные исследования проводились при участии 6 МСМК по лыжным гонкам на подъеме крутизной  $3^{\circ}$ .

Значения частоты сердечных сокращений задавали по автокардиолитеру (АКЛ-75) и регистрировали при помощи радиотелеметрического устройства ("Спорт-4").

Скорость передвижения лыжника измерялась автоматически при помощи фотоэлектрического измерителя временных интервалов; 4 оптронные пары устанавливались на расстоянии 46 м одна от другой.

Съемку проводили на последней трети подъема, место выбирали предварительно, а непосредственно перед тестированием размечали отрезок лыжи, на котором регистрировали 1-2 цикла лыжного хода. Съемочную аппаратуру устанавливали в 12 метрах сбоку от лыжи и в

130 метрах от начала подъема. Для улучшения качества съемки использовали темный фон.

Для оценки экономичности движений регистрировали потребление кислорода (мешки Дугласа, анализ на аппарате Холдена) в конце подъема и в первые две минуты восстановления и забирали пробы периферической крови для анализа на лактат на 3 минуте восстановления.

Для идентификации условий в обеих экспериментальных сериях трассу готовили машинным способом. Контроль за состоянием лыжи осуществляли с помощью определения коэффициентов трения скольжения и трения сцепления. В серии № 2 указанным способом зарегистрированы 36 циклограмм на подъеме крутизной  $6^{\circ}$  и 10 циклограмм на подъеме крутизной  $3^{\circ}$ . В серии № 3 зарегистрированы 24 циклограммы на подъеме крутизной  $6^{\circ}$ .

Педагогический эксперимент (серия № 4) осуществлен в форме естественного эксперимента, который основывался на групповом сравнении и проводился на протяжении трех этапов подготовительного периода. В эксперименте участвовали 12 лыжников-гонщиков I спортивного разряда и кандидатов в мастера спорта. Тестирование всех занимающихся производили стандартно при преодолении подъема крутизной  $6^{\circ}$  с заданным уровнем ЧСС 180 уд/мин. Использовали методы циклографии, газоанализа, определения концентрации лактата в периферической крови, пульсометрии и кардиослидирования.

#### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

##### Механическая работа и энергия при передвижении в подъем лыжников-гонщиков высокой квалификации

Результаты сравнительного анализа величин механической работы, затраченной на перемещение звеньев тела и ОЦМТ, у спортсменов I спортивного разряда и МСМК по лыжным гонкам при передвижении в

подъем крутизной  $6^{\circ}$  большие затраты на 1 метр пути зарегистрированы у менее квалифицированных спортсменов. Так, например, величина работы перемещения, являющаяся суммой внешней и внутренней работы, больше у спортсменов-перворазрядников и составляет в среднем  $2,73 \pm 0,31$  Дж/м.кг по сравнению с МСМК ( $2,29 \pm 0,16$  Дж/м.кг при  $P < 0,01$ ). Энергия, затраченная на выполнение внутренней и внешней работы с учетом перехода энергии внутри и между звеньями, меньше у МСМК, чем у спортсменов I овертивного разряда соответственно на 30,2 и 14,7%. Эти данные свидетельствуют о большей экономизации двигательной деятельности высококвалифицированных лыжников при передвижении на лыжах в подъем. Увеличению экономичности способствует: уменьшение работы, затрачиваемой на вертикальные перемещения общего центра масс тела (ОЦМТ), уменьшение внутрицикловых колебаний горизонтальной скорости ОЦМТ, оптимизация скорости перемещения конечностей относительно ОЦМТ.

При передвижении в подъем крутизной  $6^{\circ}$  средняя величина вертикальных перемещений у лыжников высшего спортивного мастерства составила  $4,16 \pm 0,45$  см/м и не зависела от скорости передвижения при частоте сердечных сокращений в диапазоне 160-180 уд/мин. У менее квалифицированных спортсменов (I спортивный разряд) величина вертикальных перемещений составила в среднем  $6,2 \pm 1,03$  см/м в том же диапазоне ЧСС (различия достоверны при  $P < 0,01$ ). Кроме того, различия в величинах вертикальных перемещений ОЦМТ у лыжников-гонщиков МСМК при передвижении в подъем крутизной 3 и  $6^{\circ}$  статистически недостоверны ( $P > 0,05$ ).

При передвижении в подъем крутизной  $6^{\circ}$  с частотой сердечных сокращений 180 уд/мин у МСМК по лыжным гонкам были зарегистрированы колебания внутрициклового скорости в среднем по абсолютной величине  $0,44 \pm 0,02$  м/с, у спортсменов I спортивного разряда  $0,57 \pm 0,03$  м/с (различия достоверны при  $P < 0,01$ ) и соответст-

венно диапазон их колебаний составил 10,7 и 16,2% от средней скорости перемещения ОПМТ. Помимо этого, сравнительный анализ величин горизонтальных колебаний скорости ОПМТ у МСМК при передвижении в подъем крутизной 3 и 6° выявил уменьшение внутрицикловых колебаний скорости ОПМТ на 38% при увеличении угла подъема. Средние величины составили  $0,71 \pm 0,05$  м/с и  $0,44 \pm 0,02$  м/с на подъемах 3 и 6° соответственно (различия достоверны при  $P < 0,01$ ).

Расчет отношения максимальной скорости стопы маховой ноги к скорости передвижения ОПМТ показал, что у МСМК величина этого показателя значительно меньше ( $1,87 \pm 0,06$  усл. ед.) по сравнению с перворазрядниками ( $2,13 \pm 0,14$  усл. ед.), различия достоверны при  $P < 0,01$ .

Полученные данные показывают, что спортсмены высшей квалификации применяют более эффективные с точки зрения экономичности двигательные действия, позволяющие им передвигаться с меньшими механическими энергозатратами на 1 м пути. При этом относительный вклад внешней и внутренней механической работы в работу перемещения изменяется при изменении крутизны подъема (табл.1).

Таблица 1

Относительный вклад внешней и внутренней механической работы в работу перемещения при передвижении на лыжах в подъем крутизной 3 и 6° (МСМК)

Показатели механической работы	Подъем 3°		Подъем 6°	
	среднее арифметическое и квадратическое отклонение ( $\bar{X} \pm s$ Дж/м.кг)	%	среднее арифметическое и квадратическое отклонение ( $\bar{X} \pm s$ Дж/м.кг)	%
Внутренняя работа	35,00 ± 2,26	26,7	37,87 ± 2,74	24,2
Внешняя работа	96,11 ± 9,1	73,3	118,9 ± 8,2	75,8
Работа перемещения	131,11 ± 11,2	100	156,8 ± 10,88	100

Как показали наши исследования, высокая различительная возможность позволяет использовать энергетические показатели, полученные на основе кинематических характеристик в качестве тестов технической подготовленности лыжников-гонщиков высокой квалификации.

Рациональная номенклатура кинематических показателей  
при контроле за технической подготовленностью  
лыжников-гонщиков

В создании системы педагогического контроля важная роль принадлежит высокоинформативным надежным тестам и шкалам для педагогической оценки результатов тестирования. Для оценки информативности применен обычный подход, когда критерием информативности служит квалификация спортсмена и информативность имеет смысл различительной возможности. Наряду с этим использовали эмпирическую информативность по критерию "экономичность двигательной деятельности".

Анализу на информативность были подвергнуты большинство традиционно применяемых кинематических показателей и все нетрадиционные показатели, когда кинематические проявления техники были использованы для оценки затрат механической энергии. За критерий оптимальности технического мастерства выбран показатель экономичности - энергетическая стоимость метра пути, рассчитанная как отношение метаболических энергозатрат, зарегистрированных в естественных условиях (с учетом кислородного долга и лактата на финише), к скорости передвижения.

При оценке информативности тестов использовали значения коэффициентов корреляции между кинематическими показателями техники и показателем экономичности двигательной деятельности, рас-

считанные по формуле Браве-Пирсона. Величина коэффициента корреляции служила основанием для выбора информативных кинематических характеристик и энергетических показателей, рассчитанных на основе кинематических проявлений. Выявлены следующие информативные показатели техники: вертикальные перемещения ОЦМТ ( $r = 0,88$ ); затраты механической энергии на работу перемещения ( $r = 0,76$ ); коэффициент гармоничности хода как отношение длины шагов к их частоте ( $r = 0,75$ ); коэффициент временного ритма как отношение времени скольжения к времени отталкивания в У фазе ( $r = 0,75$ ); длина выпада ( $r = 0,74$ ); "мертвое время" в 1Уа фазе ( $r = 0,72$ ); время скольжения ( $r = 0,70$ ); длина цикла ( $r = 0,68$ ); отношение максимальной скорости стопы к скорости передвижения ОЦМТ ( $r = 0,64$ ); время отталкивания в У фазе ( $r = 0,67$ ); горизонтальные колебания внутритрипловой скорости ОЦМТ ( $r = 0,66$ ).

Перечисленные показатели были подвергнуты анализу на информативность по критерию спортивная квалификация спортсменов. Нами определена достоверность различий между группами МСМК, МС и спортсменами I разряда и выявлено, что данные кинематические показатели имеют высокую различительную возможность (табл.2).

С целью увеличения информативности выявленных кинематических показателей нами с помощью математического аппарата множественной линейной регрессии созданы высокоинформативные синтезированные тесты. Каждый тест представлял совокупность двух различных кинематических или энергетических показателей с оптимально подобранными весовыми коэффициентами так, что коэффициент информативности теста превысил коэффициенты информативности отдельных показателей, составляющих данный тест. В качестве коэффициента информативности использовали ранговый коэффициент корреляции Спирмена между синтезированным тестом и показателем критерия оп-

Таблица 2

Кинематические характеристики техники высококвалифицированных лыжников-гонщиков (средние групповые данные)

Кинематический показатель	Статистический показатель	Спортивная квалификация			Достоверность различий			Группа		
		МС	МСМК	МСМК+МС	т	р	χ	МСМК и МС	МСМК и МСМК+МС	МСМК и МСМК+МС I разряд
Вертикальные перемещения, см/м	$\bar{X} \pm \sigma$	6.15 1.03	4.83 0.63	4.16 0.447	4.52 0.677	t	p	3.74 <0,001	7.9 <0,001	7.4 <0,001
Работа перемещения, Дж/м.кг	$\bar{X} \pm \sigma$	2.73 0.31	-	2.29 0.16	-	t	p	-	4.09 <0,001	-
Коэффициент гармоничности, усл. ед.	$\bar{X} \pm \sigma$	0.75 0.11	0.78 0.15	1.11 0.43	0.96 0.26	t	p	2.93 <0,01	3.94 <0,001	3.73 <0,001
Коэффициент ритма, усл. ед.	$\bar{X} \pm \sigma$	2.17 0.72	2.42 0.76	3.76 0.68	2.99 0.99	t	p	5.58 <0,001	7.45 <0,001	3.48 <0,001
Длина цикла, м	$\bar{X} \pm \sigma$	3.02 0.36	3.22 0.28	4.18 0.74	3.46 0.78	t	p	4.91 <0,001	6.61 <0,001	2.58 <0,05
Длина выпада, м	$\bar{X} \pm \sigma$	0.80 0.08	0.86 0.09	0.89 0.02	0.88 0.07	t	p	1.45 >0,05	4.88 <0,001	4.09 <0,001
"Мертвое время", с	$\bar{X} \pm \sigma$	0.118 0.05	0.102 0.03	0.05 0.11	0.073 0.034	t	p	7.2 <0,001	5.93 <0,001	4.15 <0,001
Отношение $v_{ст}/v_{длит.}$ усл. ед.	$\bar{X} \pm \sigma$	2.13 0.137	2.11 0.101	1.866 0.2	1.99 0.16	t	p	11.9 <0,001	7.9 <0,001	3.5 <0,001
Время отталкивания в у фазе, с	$\bar{X} \pm \sigma$	0.130 0.025	0.119 0.018	0.114 0.024	0.117 0.021	t	p	0.69 >0,05	2.14 <0,05	2.17 <0,05

тимальности - энергетической стоимостью метра пути. Высокоинформативные синтезированные тесты (Т) представлены в виде уравнений регрессии (табл.3).

Оценка надежности тестов осуществлялась методом дисперсионного анализа с последующим расчетом внутриклассовых коэффициентов корреляции. В результате проведенного исследования основные кинематические показатели и синтезированные тесты были признаны как надежные ( $0,75 < r < 0,93$ ).

Наряду с выделенными кинематическими характеристиками синтезированные тесты вошли в число рекомендуемых для рациональной системы контроля за техническим мастерством высококвалифицированных лыжников-гонщиков и могут быть использованы при оценке сравнительной эффективности техники лыжников-гонщиков.

Для того чтобы оценить эффективность технического мастерства лыжников-гонщиков, построили дискриминативные линии, представляющие собой различительные квалификационные границы на корреляционных полях, где по осям координат в одном случае - кинематические показатели техники и показатель экономичности, выраженные в общепринятых единицах измерения, в другом - синтезированные тесты и показатель экономичности, выраженные в ранговых значениях. Дискриминативные линии построены на основании экспериментальных данных и представлены в формализованном виде в табл.3. Они позволяют выявлять сильные и слабые стороны технической подготовленности, ранжировать спортсменов по этому признаку, а также контролировать изменения эффективности техники в процессе ее совершенствования.

Таким образом, информативные кинематические показатели, высокоинформативные синтезированные тесты и формализованные дискриминативные линии легли в основу контроля за техническим мастерством высококвалифицированных лыжников-гонщиков.

Таблица 3

Формальное описание дискриминативных линий  
для наиболее информативных кинематических  
показателей и синтезированных тестов

Кинематические показатели и синтезированные тесты	Едини- ца из- мере- ния	Уравнение, соот- ветствующее дискриминатив- ной линии	Коэффициент различитель- ной возмож- ности
Работа перемещения (Р.П.)	Дж/м.кг	$Y = 9,00 - 0,39X$	0,95
Вертикальные перемещения (В.П.)	см/м	$Y = 17,4 - 2,0X$	0,88
Длина цикла (Д.П.)	м	$Y = 1,2 + 1,71X$	0,92
Длина выпада (Д.В.)	м	$Y = -3,24 + 11,66X$	0,97
"Мертвое время" (М.В.)	с	$Y = 9,5 - 27,0X$	0,93
Отношение $v_{от} / v_{сшт}$ (С./С.)	усл.ед.	$Y = -1,44 - 0,76X$	0,78
Время оттапливания (Т.О.)	с	$Y = 18,49 - 93,57X$	0,87
Коэффициент гармоничности (К.Г.)	усл.ед.	$Y = 2,15 + 5,0X$	0,93
Коэффициент ритма (К.Р.)	усл.ед.	$Y = 3,74 + 1,04X$	0,88
$T_1 = 0,7 \text{ Р.П.} + 0,3 \text{ В.П.}$	ранг	$Y = 23,9 - 0,80X$	0,95
$T_2 = 0,5 \text{ Р.П.} + 0,5 \text{ Д.П.}$	"--"	$Y = 23,6 - 0,67X$	0,91
$T_3 = 0,5 \text{ Д.П.} + 0,5 \text{ В.П.}$	"--"	$Y = 64,8 - 0,93X$	0,98
$T_4 = 0,3 \text{ Д.В.} + 0,7 \text{ В.П.}$	"--"	$Y = 64,8 - 0,95X$	0,92
$T_5 = 0,5 \text{ К.Р.} + 0,5 \text{ С./С.}$	"--"	$Y = 61,4 - 0,83X$	0,85
$T_6 = 0,5 \text{ К.Г.} + 0,5 \text{ С./С.}$	"--"	$Y = 63,0 - 0,89X$	0,95
$T_7 = 0,5 \text{ С./С.} + 0,5 \text{ М.В.}$	"--"	$Y = 63,2 - 0,91X$	0,97
$T_8 = 0,5 \text{ К.Г.} + 0,5 \text{ Т.О.}$	"--"	$Y = 54,9 - 0,68X$	0,98
$T_9 = 0,8 \text{ Д.П.} + 0,2 \text{ Т.О.}$	"--"	$Y = 61,8 - 0,78X$	0,98
$T_{10} = 0,3 \text{ Т.О.} + 0,7 \text{ М.В.}$	"--"	$Y = 63,0 - 0,875X$	0,95

Совершенствование технического мастерства лыжников-гонщиков на основе разработанной системы контроля

В педагогическом эксперименте, задача которого заключалась в проверке возможности использования разработанной системы контроля за техническим мастерством лыжников-гонщиков, принимали участие спортсмены с квалификацией КМС и I спортивного разряда. Перед началом экспериментальных занятий было проведено тестирование, позволившее ранжировать спортсменов по уровню технической подготовленности. Далее по этому признаку они были разделены на две приблизительно равные группы А и Б.

Основная цель занятий в экспериментальной группе была направлена на повышение эффективности технического мастерства, что выражалось в уменьшении затрат энергии при выполнении механической работы и тем самым увеличении экономичности. Для этого использовали комплексы специальных упражнений, способствующих изменению величин таких кинематических и энергетических показателей, как вертикальные перемещения, длина цикла, внутренняя механическая работа, коэффициент ритма и другие.

В конце эксперимента у спортсменов обеих групп наблюдались положительные изменения экономичности двигательной деятельности и технической подготовленности. Однако более существенные изменения отмечались в экспериментальной группе А. Так, энерготраты на 1 метр пути уменьшились на 4,8% по окончании педагогического эксперимента ( $6,76 \pm 0,24$  Дж/м.кг) по сравнению с исходной величиной ( $7,11 \pm 0,29$  Дж/м.кг).

В контрольной группе показатель экономичности двигательной деятельности изменился на 1,4% ( $P > 0,05$ ). Величина этого показателя при сравнении между группами А и Б в конце педагогического эксперимента выше на 3,4% в экспериментальной группе ( $P > 0,05$ ).

Сравнительный анализ данных работы перемещения и других кинематических показателей, рассчитанных на основе кинематических характеристик в начале и в конце педагогического эксперимента, свидетельствует, что в результате целенаправленных воздействий на уменьшение лишних движений в цикле скользящего шага в группе А произошли положительные изменения. Работа перемещения в экспериментальной группе уменьшилась с  $3,39 \pm 0,22$  Дж/м.кг до  $3,11 \pm 0,18$  Дж/м.кг ( $P < 0,05$ ). В то же время величина этого показателя в контрольной группе составила в исходном тестировании  $3,35 \pm 0,11$  Дж/м.кг и в конце педагогического эксперимента  $3,31 \pm 0,08$  Дж/м.кг ( $P > 0,05$ ).

По другим кинематическим показателям также произошли достоверные улучшения по сравнению с исходным уровнем по показателям: вертикальные перемещения ( $P < 0,01$ ), отношение максимальной скорости стопы маховой ноги к скорости передвижения ОЦМТ ( $P < 0,01$ ), "мертвое время" ( $P < 0,01$ ) и т.д., в то время как в контрольной группе достоверных различий не наблюдалось ( $P > 0,05$ ).

Для оценки изменений уровней технического мастерства в группах А и Б использовали разработанные нами синтезированные тесты. В экспериментальной группе по всему ряду синтезированных тестов было отмечено достоверное улучшение их результатов ( $P < 0,01$ ) в итоговом тестировании по сравнению с исходным. При общем ранжировании показателей всех занимающихся по сумме результатов синтезированных тестов в начале и в конце педагогического эксперимента улучшение средней ранговой величины наблюдали в группе А.

Изменения эффективности технического мастерства определяли с помощью дискриминативных линий, изображенных в системе координат, где по оси абсцисс - ранговые показатели одного из тестов, по оси ординат - ранговые значения энергетической стоимости метра пути.

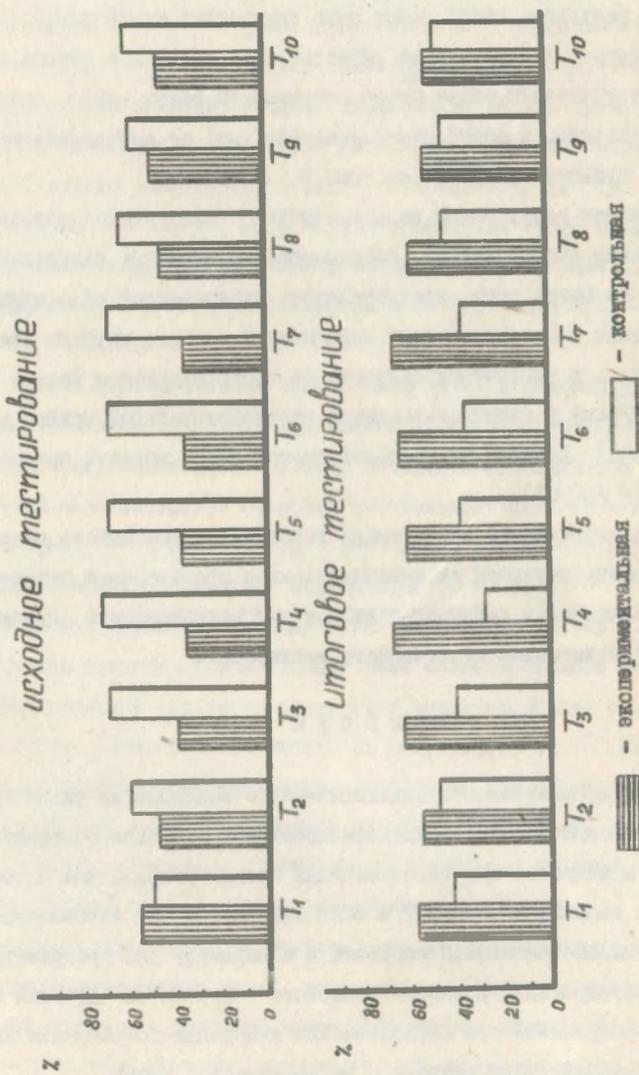
Рассматривая область сравнительной эффективности техники (когда результат теста лежит ниже дискриминативной линии), наблюдали достоверное улучшение эффективности техники в группе А. При анализе учитывали общее число спортсменов обеих групп, попавших в эту область, и общую сумму удаления (см) от дискриминативной линии, принятой за 100% (см. рис.).

Анализ результатов педагогического эксперимента показал, что увеличение экономичности, оцениваемое по величине энергетической стоимости метра пути, обеспечивалось оптимизацией выделенных кинематических и энергетических показателей в цикле лыжного хода, что выразилось в увеличении скорости на программируемом уровне ЧСС (180 уд/мин) у лыжников-гонщиков экспериментальной группы на 7% ( $P < 0,01$ ). Лыжники контрольной группы имели меньший прирост скорости ( $P > 0,05$ ).

Педагогический эксперимент позволил рекомендовать разработанную систему контроля за кинематическими проявлениями технической подготовленности лыжников-гонщиков для рационального управления совершенствованием технического мастерства.

## В В В О Д Н

1. Информативность педагогического контроля за технической подготовленностью высококвалифицированных лыжников-гонщиков значительно повышается при использовании автоматизированной системы обработки данных, включающей в себя аппаратуру для автоматического измерения дистанционной скорости и аппаратуру для программированного регулирования и телеметрического контроля за частотой сердечных сокращений при периодическом измерении потребления кислорода и концентрации лактата в периферической крови.



За 100% принят результат общей удаленности от дискриминативной линии

Сравнение эффективности техники контрольной и экспериментальной групп до (А) и после (Б) педагогического эксперимента

2. Методика циклографии и кимоциклографии с применением в качестве маркеров угольных отражателей позволяет получать объективную информацию о кинематических проявлениях двигательной деятельности лыжника-гонщика в естественных условиях тренировки при температуре воздуха от  $+2^{\circ}\text{C}$  до  $-20^{\circ}\text{C}$ . Относительная погрешность линейных измерений  $+0,05\%$ , измерения времени  $-1,8\%$ , измерения скорости  $+2,0\%$  и не превышает допустимых значений.

3. Результатами анализа циклограммы являются величины кинематических показателей лыжного хода, данные о величине внешней и внутренней механической работы, о работе перемещения и явной механической работе лыжника-гонщика.

4. Для оценки технического мастерства лыжников-гонщиков целесообразно в качестве критерия оптимальности двигательной деятельности использовать энергетическую стоимость метра пути, при этом наиболее информативными по критерию экономичности являются следующие показатели:

- амплитуда вертикального перемещения общего центра масс тела, см/м;
- механическая работа перемещения, Дж/м.кг;
- коэффициент гармоничности лыжного хода, усл.ед.;
- коэффициент ритма, усл.ед.;
- время отталкивания, с;
- отношение максимальной скорости стопы маховой ноги к скорости передвижения, усл.ед.;
- "мертвое время" в IУ-А фазе, с;
- длина цикла, м;
- длина выпада, м.

5. Информативность синтезированных тестов технической подготовленности, составленных в виде линейных комбинаций простых, производных и энергетических показателей, рассчитанных на основе кинематических характеристик с оптимально подобранными весовыми коэффициентами, выше информативности простых кинематических показателей. Наибольшей информативностью обладают следующие формализованные синтезированные тесты:

$$T_1 = 0,7 \text{ (работа перемещения)} + 0,3 \text{ (вертикальные перемещения)};$$

$$T_2 = 0,5 \text{ (работа перемещения)} + 0,5 \text{ (длина цикла)};$$

$$T_3 = 0,5 \text{ (длина цикла)} + 0,5 \text{ (вертикальные перемещения)};$$

$$T_4 = 0,3 \text{ (длина выпада)} + 0,7 \text{ (вертикальные перемещения)};$$

$$T_5 = 0,5 \text{ (коэффициент ритма)} + 0,5 \text{ (отношение } v_{\text{см}}/v_{\text{опт}});$$

$$T_6 = 0,5 \text{ (коэффициент гармоничности)} + 0,5 \text{ (отношение } v_{\text{ст}}/v_{\text{опт}});$$

$$T_7 = 0,5 \text{ ("мертвое время")} + 0,5 \text{ (отношение } v_{\text{см}}/v_{\text{опт}});$$

$$T_8 = 0,5 \text{ (коэффициент гармоничности)} + 0,5 \text{ (время отталкивания)};$$

$$T_9 = 0,8 \text{ (длина шага)} + 0,2 \text{ (время отталкивания)};$$

$$T_{10} = 0,3 \text{ (время отталкивания)} + 0,7 \text{ ("мертвое время")}.$$

Надежность названных высокоинформативных тестов статистически проверена и экспериментально подтверждена и согласно существующим нормам может быть оценена как хорошая.

6. Методика педагогической оценки уровня технической подготовленности лыжника-гонщика состоит из трех этапов: 1) регистрация циклограммы лыжного хода при скорости передвижения, близкой к соревновательной; 2) вычисление наиболее информативных (простых и синтезированных) показателей технического мастерства и 3) их идентификация при помощи уравнений дискриминативных линий или графического изображения корреляционных полей, где в качестве координат используются показатели технического мастерства и энергетическая стоимость метра пути. Предлагаемая система может быть рекомендована для этапного контроля за эффективностью технической

ПОДГОТОВЛЕННОСТИ ЛЫЖНИКОВ-ГОИЩИКОВ ВЫСОКОЙ КВАЛИФИКАЦИИ.

По теме диссертации опубликованы следующие работы:

1. Методика регистрации кинематических проявлений техниче-ского мастерства лыжника-гоищика. - В кн.: Основы теории прогнозиро-вания спортивных достижений. М., 1983, с.79-81.

2. Экономичность передвижения на лыжах в подъем. - В кн.: Механико-математическое моделирование спортивной техники (тезисы докладов Всесоюзной научной конференции. Москва, 26-27 апреля 1982 г.). М., 1982, с.48. (В соавторстве с В.Л.Уткиным, А.А.Алек-сандровым, В.А.Заккиным, А.А.Карпушкиным).

3. Электронно-механический маятниковый скоростомер. - В кн.: Методические материалы по проблемам физкультуры и спорта. Рига, 1983, с.94-95. (В соавторстве с М.С.Шакирзяновым, Л.С.Даугавие-тис).