

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 "15³⁰" 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; ω - угловая скорость, рад/с;

g - ускорение свободного падения, м/с²; Δh - 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; ℓ_g - длина выпада, м; α - 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° 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° .

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° и 10 циклограмм на подъеме крутизной 3° . В серии № 3 зарегистрированы 24 циклограммы на подъеме крутизной 6° .

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° 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° 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° 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° статистически недостоверны ($P > 0,05$).

При передвижении в подъем крутизной 6° с частотой сердечных сокращений 180 уд/мин у МСМК по лыжным гонкам были зарегистрированы колебания внутрицикловой 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	MSJK и MS	MSJK и I разряд	MSJK+MS и 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.

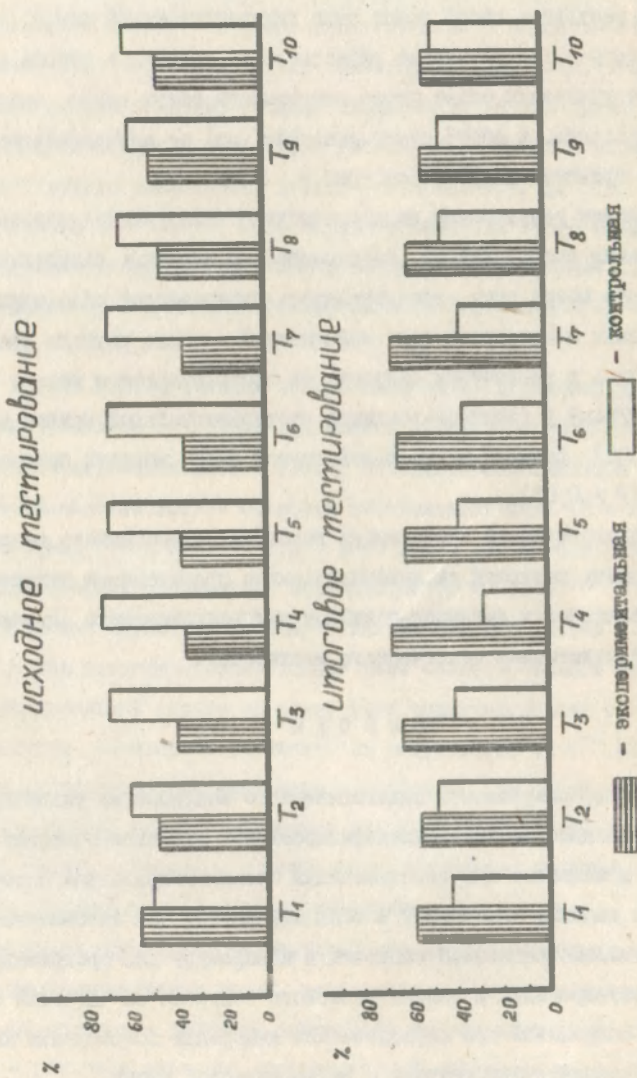
Рассматривая область сравнительной эффективности техники (когда результат теста лежит ниже дискриминативной линии), наблюдали достоверное улучшение эффективности техники в группе А. При анализе учитывали общее число спортсменов обеих групп, попавших в эту область, и общую сумму удаления (см) от дискриминативной 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°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-ГОНЧИКОВ ВЫСОКОЙ КВАЛИФИКАЦИИ.

По теме диссертации опубликованы следующие работы:

1. Методика регистрации кинематических проявлений техниче-ского мастерства лыжника-гонщика. - 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).