

4517.195.5
264

ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ

На правах рукописи

КАРТУШОВ Александр Алексеевич

УДК 796.922+796.015.8

МОДЕЛИРОВАНИЕ И КОНТРОЛЬ СОРЕВНОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
ЛЫЖНИКОВ-ГОНЩИКОВ ВЫСОКОЙ КВАЛИФИКАЦИИ НА ПОДЪЕМАХ
РАЗЛИЧНОЙ КРУТИЗНЫ

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

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой степени
кандидата педагогических наук

Картушов

Москва - 1984

Работа выполнена во Всесоюзном научно-исследовательском институте физической культуры.

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

Официальные оппоненты: доктор педагогических наук,
профессор ДОНСКОЙ Д.Д.
кандидат педагогических наук
ГОЛОДАКОВ Б.Р.

Ведущая организация - Московский областной государственный институт физической культуры.

Защита состоится " 5 " сентября 1984 г. в 15³⁰ час.
на заседании специализированного Совета К.046.04.01. по присуж-
дению ученой степени кандидата педагогических наук во Всесоюз-
ном научно-исследовательском институте физической культуры,
Москва, ул. Казакова, 18.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Всесоюзного
НИИ физической культуры.

Автореферат разослан "29" июня 1984 г.

Ученый секретарь специализированного
Совета, кандидат педагогических наук,
старший научный сотрудник

Новиков А.А.

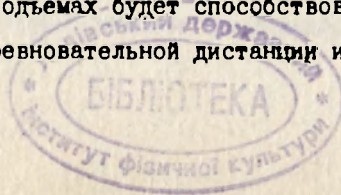
ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

3834

Актуальность темы исследования обусловлена сложным рельефом трасс всесоюзных и международных соревнований и все возрастающей спортивной конкуренцией, делающей необходимым поиск новых резервов результативности спортсменов высокой квалификации. Причем в лыжных гонках именно подъемы являются тем элементом трассы, где приобретение даже незначительного преимущества значительно улучшает соревновательный результат. Центральная роль преодоления подъемов в соревновательной деятельности лыжника-гонщика объективно обусловлена не только тем, что сегодня общая протяженность подъемов достигает 50% длины дистанции и на их преодоление спортсмены затрачивают до 60% всего времени гонки, но также и тем, что только на подъемах значительной длины и крутизны в полной мере проявляется роль энергетических механизмов как фактора, лимитирующего соревновательный результат лыжника-гонщика.

Цель работы - повышение эффективности тренировочной и результативности соревновательной деятельности лыжников-гонщиков высокой квалификации на основе педагогического контроля и моделирования рациональных и индивидуально-оптимальных вариантов тактики преодоления подъемов различной крутизны и длины.

Гипотеза. Предполагается: на основе экспериментального исследования и имитационного моделирования двигательной деятельности лыжников-гонщиков на подъемах различной крутизны и длины может быть выявлена рациональная номенклатура показателей, которые необходимо контролировать и программировать при оптимизации преодоления подъемов; использование усовершенствованных методов педагогического контроля на подъемах будет способствовать более эффективному прохождению соревновательной дистанции и повышению резуль-



тативности лыжников-гонщиков высокой квалификации.

Задачи исследования:

1. Выявить наиболее вероятные характеристики трасс, на которых соревнуются лыжники-гонщики высокой квалификации.

2. Исследовать зависимость средней скорости и экономичности передвижения на подъеме от динамики скорости, крутизны и длины подъема у лыжников-гонщиков высокой квалификации.

3. Разработать методику обучения спортсменов эффективной тактике преодоления подъемов, и в процессе педагогического эксперимента оценить эффективность ее применения в тренировочном процессе лыжников-гонщиков высокой квалификации.

При проведении исследований использовались следующие методы:

1. Анализ литературы, архивных материалов и документации педагогического процесса.

2. Педагогические наблюдения с использованием видеозаписи (видеомагнитофоны фирм *Sony* и *Sanyo*, Япония).

3. Педагогический эксперимент.

4. Пульсометрия и кардиолидирование; использовалась радиотелеметрическая система "спорт" и кардиолидер АКЛ-75 (производство ВИСТИ).

5. Измерение показателей внешнего дыхания: газоанализатор фирмы *Beckman*, США и химический анализатор *Haldan*; мешки Дугласа.

6. Измерение концентрации лактата в крови (энзиматический метод, спектрокалориметр Спекол, ГДР).

7. Имитационное моделирование двигательной деятельности.

8. Количественная оценка рельефа подъема, коэффициентов скольжения (по В.Н. Манжосову) и сцепления.

9. Математико-статистические методы.

10. Эргометрические методы: дозирование нагрузки на управляемом тредбане (вариационная статистика, регрессионный и дисперсионный анализ), оптико-электронная методика автоматической регистрации скорости передвижения лыжника.

В таблицу I собраны сведения о величине погрешности основных из использованных методов исследования.

Научная новизна и практическая ценность диссертации определяется прежде всего недостаточной изученностью вопросов, связанных с тактикой и энергетикой преодоления подъемов в лыжных гонках. В настоящем исследовании существенно обогащен арсенал методов, применяемых для изучения деятельности лыжников-гонщиков на подъемах. Впервые использована комплексная методика сбора экспериментальных данных, включающая газометрические, биохимические, пульсометрические и оптико-электронные методы исследования. Впервые осуществлено имитационное моделирование двигательной деятельности и процессов энергообеспечения лыжника-гонщика, преодолевающего подъем. На этой основе удалось разработать общий подход к исследованию зависимости средней скорости и экономичности передвижения в подъем от динамики скорости, крутизны и длины подъема. Рассчитаны характеристики подъемов, наиболее часто встречающиеся спортсменам высокой квалификации на соревнованиях. Получены экспериментальные данные о величине энергозатрат и экономичности передвижения высококвалифицированных лыжников-гонщиков - взрослых и юношей. Выявлены оптимальные варианты динамики скорости передвижения при преодолении подъемов, характеристики которых наиболее вероятны на современных соревновательных трассах. Разработана и опробована методика обучения рациональной тактике преодоления подъемов.

Таблица I

Погрешность методов исследования
в настоящем исследовании

Измеряемый показатель	Способ оценки погреш- ности измерения	! Величина ! погрешности
Длина подъема	Абсолютная погрешность, см	1,0
Крутизна подъема	Абсолютная погрешность максимальная, град.	0,0025
Скорость передвижения в естественных усло- виях	Максимальная относительная погрешность (приведенная),	< 1,5
Частота шагов	Максимальная относительная погрешность (приведенная), %	< ±0,7
Скорость бега на трекбанде	Относительная погрешность измерения, %	< 0,5
Максимальное потребле- ние кислорода	Действительная относительная погрешность (приведенная), %	0,1
Емкость креатинфосфат- ного источника энергии	Надежность теста	0,91
Емкость гликолитическо- го источника энергии	Надежность теста	0,80
Частота пульса при кон- троле по индикатору ра- диотелеметрической сис- темы	Максимальная относительная погрешность (приведенная), %	< 5
Частота пульса при из- мерении по записям на электрокардиографе	Максимальная относительная погрешность (приведенная), %	+3
Частота пульса при программировании кар- диолидером	Максимальная относительная погрешность (действительная), %	+5

Разработанные методы контроля и моделирования рациональных и эффективных способов преодоления подъемов практически использовались в учебно-тренировочном процессе сборной команды ДЮСШ Ворошиловского района г. Москвы и дали положительный эффект.

Апробация полученных результатов и практической ценности работы. Основные положения диссертационной работы доложены на двух Всесоюзных научных конференциях.

Материалы диссертации отражены в одной научной статье и четырех тезисах докладов.

Объем и структура диссертации. Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, выводов и практических рекомендаций. В первой главе диссертации содержится анализ литературы. Во второй главе рассмотрены цели, задачи, методы и организация исследований. В третьей главе определены наиболее вероятные характеристики подъемов на современных лыжных трассах. Четвертая глава посвящена скорости и экономичности преодоления подъемов различной длины и крутизны лыжниками-гонщиками высокой квалификации, в том числе оптимальной динамике скорости. В пятой главе описана методика обучения спортсменов эффективной тактике преодоления подъемов.

В заключении обсуждаются результаты исследований.

Диссертация изложена на 166 страницах, содержит 22 таблицы и 28 рисунков. В библиографии 92 литературных источника на русском и 60 публикаций на иностранных языках.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Для решения поставленных задач выполнено 3 серии экспериментальных исследований со спортсменами, одна серия машинных экс-

периментов с имитационной моделью и проведен педагогический эксперимент. Кроме того, осуществлен аналитический обзор литературы по теме исследования и обработка данных о соревновательных трассах, на которых выступают высококвалифицированные лыжники-гонщики. Общие сведения о выполненных экспериментальных исследованиях собраны в таблице 2.

В общей сложности в экспериментальных исследованиях приняло участие 70 испытуемых, в том числе мастеров спорта - 3, кандидатов в мастера - 6, перворазрядников - 51. Среди испытуемых, специализирующихся в лыжных гонках, было 19 спортсменов в возрасте от 16 до 17 лет и 45 спортсменов в возрасте от 20 до 23 лет. Кроме того, на этапе отработки экспериментальной методики в исследованиях приняли участие 6 спортсменов, специализирующихся в других видах спорта.

Лабораторное экспериментальное исследование было организовано на специализированном испытательном стенде Отдела зимних видов спорта ВНИИФК. Вычислительная обработка результатов исследования и машинный эксперимент с моделью выполнены на ЭВМ СМ-4 при участии сотрудников кафедры биомеханики ГЦОЛИФК.

Результаты литературного обзора свидетельствуют о том, что проблема контроля за состоянием и деятельностью лыжников-гонщиков на подъемах весьма актуальна, но решена далеко не полностью. Нет ясного представления о наиболее вероятных характеристиках современных соревновательных трасс. Отсутствует достаточно полная информация о величине энергозатрат и экономичности при преодолении лыжниками-гонщиками подъемов различной длины и крутизны. И, как следствие указанного дефицита информации, не ясно, какой должна быть динамика скорости при передвижении в подъем. Отсутствуют и

Таблица 2

Содержание экспериментальных исследований

№ серии	Цель исследования	Условия проведения исследований	Характеристика испытуемых или экспериментов на ЭВМ
1	Изучение влияния скорости и крутизны подъема на энергозатраты и экономичность передвижения	Лабораторное исследование с использованием тредбана	18 лыжников-гонщиков высокой квалификации
2	Сопоставительное исследование скорости и экономичности преодоления подъемов различной длины и крутизны на тредбане и на лыже	Лабораторные (тредбан) и естественные условия (лыжи)	4 лыжника-гонщика высокой квалификации
3	Определение зависимости скорости и экономичности передвижения лыжника-гонщика от длины и крутизны подъема и от динамики скорости	Машинный эксперимент с имитационной моделью	
4	Проверка и уточнение результатов машинного эксперимента	Естественные условия	32 лыжника-гонщика различной квалификации
5	Исследование эффективности методов оптимизации тактики преодоления подъемов в учебно-тренировочном процессе лыжников-гонщиков высокой квалификации	Педагогический эксперимент	16 лыжников-гонщиков высокой квалификации

эффективные методы обучения лыжников-гонщиков рациональной тактике преодоления подъемов. Таким образом, важнейший для соревновательной деятельности вопрос о передвижении лыжников-гонщиков на подъемах решается сегодня интуитивно, а не на основе точного расчета, моделирования и результатов метрологически-корректного педагогического контроля.

В соответствии с результатами литературного обзора исследование было начато с анализа профилей трасс, на которых соревнуются лыжники-гонщики высокой квалификации. Было проанализировано в общей сложности 37 трасс. В дополнение к общепринятым методам анализа лыжных трасс /В.Ф. Артемов, 1957; Е.Н. Рябенко, 1964; П.Н. Людсков, К.Н. Спиридонов, 1969; Л.Е. Спиридонова, 1977/ был разработан способ, приводящий к трехмерной диаграмме с координатами: крутизна подъема - логарифм длины подъема - вероятность возможных сочетаний длины и крутизны подъема. Усреднение ряда таких диаграмм, в соответствии с календарем предстоящего сезона, дает возможность получить объективную информацию о том, какие подъемы встретятся спортсменам данной команды чаще, а какие - реже других.

В настоящем исследовании основное внимание было уделено пятнадцатикилометровым трассам наиболее ответственных соревнований сезона 1982-83 года по календарю сборной команды СССР по лыжным гонкам и трассам, на которых в том же сезоне соревновались учащиеся ДЮСШ Ворошиловского р-на г. Москвы - в основном десятиклассники, спортсмены I разряда. Выбор пятнадцатикилометровых трасс связан с их определяющей ролью в календаре мужских соревнований по лыжным гонкам, а также тем, что в официальных документах сведения об этой трассе, как правило, приводятся наиболее полно. Промежуточные результаты анализа и итоговые диаграммы приведены на рис.

1,2. В таблице 3 представлены характеристики наиболее часто встречающихся подъемов и их практические вероятности, а на рис. 3 - эмпирические законы распределения вероятности подъемов различной длины и крутизны.

Таблица 3

Характеристики наиболее вероятных подъемов в составе пятнадцатикилометровых трасс сборной СССР по лыжным гонкам и соревновательных трасс ДЮСШ Ворошиловского района г. Москвы (сезон 1982-83 гг.)

Команда		Мужская сборная команда СССР по лыжным гонкам							
Крутиз- на подь- ема	град.	3	3	4	5	6	8	9	
Длина подъема	м	100-200	200-400	200-400	400-600	200-400	200-400	100-200	
Вероят- ность	%	3,2	3,9	3,2	4,5	3,9	3,9	4,5	
Команда		ДЮСШ Ворошиловского района г. Москвы							
Крутиз- на подь- ема	град.	I	I	2	2	2	3	3	
Длина подъема	м	40-60	80-100	40-60	80-100	100-200	80-100	200-400	
Вероят- ность	%	4,4	4,4	16,3	4,4	5,2	3,7	3,7	
Крутиз- на подь- ема	град.	4	4	5	5				
Длина подъема	м	80-100	200-400	200-400	400-600				
Вероят- ность	%	5,2	4,4	5,2	5,2				

Рис. 1. Графическое представление информации о рельефе пятнадцатикилометровых трасс сезона 1982-83 года по календарю наиболее ответственных соревнований сборной команды СССР:

А - Красногорск, Б - Ле Брассу, В - Сараево, Г - Холменколлен, Д - Сыктывкар, Е - усредненная диаграмма, дающая представление о вероятности (частоте) подъемов различной длины и крутизны; цифры в клетках - суммарное число подъемов с различными сочетаниями крутизны и длины.

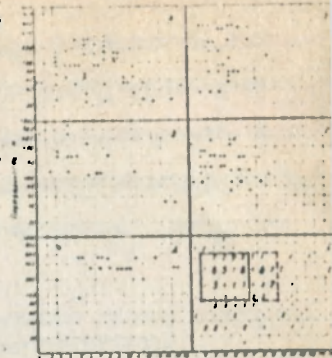
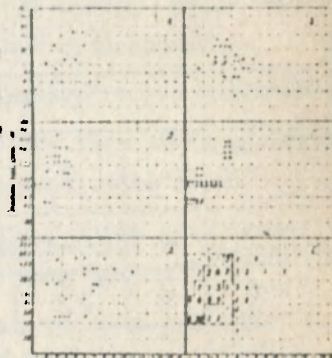


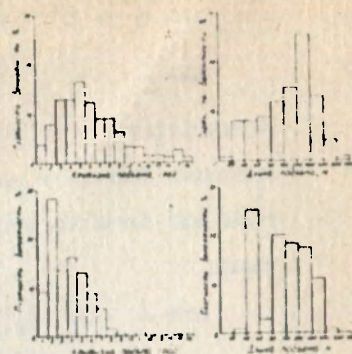
Рис. 2. Графическое представление информации о рельефе лыжных трасс, на которых в сезоне 1982-83 годов соревновались учащиеся ДЮСШ Ворошиловского района г. Москвы:

А - учебно-тренировочный круг в Крылатском (5,75 км), Б - трасса первенства г. Москвы на Сходне (15 км), В - трасса первенства г. Москвы на базе "Трудовые резервы" (15 км), Г - первенство МГС "Спартак", Планерная (15 км), Д - трасса первенства ДЮСШ: "приз Кузина" (20 км), Е - усредненная диаграмма, дающая представление о вероятности (частоте) подъемов различной длины и крутизны.



Результаты III главы диссертации свидетельствуют о том, что характеристики наиболее вероятных подъемов на соревновательных трассах у лыжников-гонщиков высшей квалификации заключены в пределах: крутизна 2-9°, длина 100-600 м, а у перворазрядников - учащихся выпускного класса ДЮСШ их значения несколько иные: кру-

Рис. 3. Эмпирические законы распределения вероятностей подъемов различной крутизны (слева) и длины (справа): А - по календарю сборной команды СССР (15-км трассы); Б - по календарю ДЮСШ Ворошиловского района г. Москвы.



тизна $1-5^{\circ}$, длина 40-600 м. Этот вывод послужил основанием для целенаправленного планирования экспериментальных исследований.

Исследования IV главы состояли из 2-х разделов. В первом из них (экспериментальные серии № 1, 2) оценивали энергозатраты и экономичность при преодолении подъемов с крутизной 1° ; $5,5^{\circ}$ и 10° . Во втором разделе (серия № 3 - машинный эксперимент и серия № 4) выявляли рациональные варианты динамики скорости при преодолении подъемов с наиболее вероятными характеристиками.

Результаты первого раздела исследований представлены на рис. 4, 5. Они свидетельствуют о том, что у высококвалифицированных лыжников-гонщиков энергозатраты растут, а экономичность передвижения снижается при увеличении скорости бега и крутизны подъема (см. рис. 4). Статистически значимых различий в величинах названных показателей между взрослыми и юными спортсменами обнаружено не было. При этом у всех без исключения испытуемых энергозатраты при беге на лыжах выше, а экономичность ниже, чем при беге в лабораторных условиях на тредбане.

На рис. 5А построены линии регрессии, полученные в сопоставительном эксперименте, связывающие величину энергозатрат при беге на лыжах ($\dot{E}_д$) и на тредбане ($\dot{E}_т$) со скоростью передвижения (V). Их аналитическое выражение выглядит следующим образом:

$$\text{для } \alpha = 2^\circ: \dot{E}_T = -0,9 + 4,7V ; \dot{E}_L = -6,0 + 6,8V$$

$$\text{для } \alpha = 6^\circ: \dot{E}_T = 3,6 + 5,0V ; \dot{E}_L = -0,5 + 7,1V$$

Элементарные преобразования приводят к уравнениям регрессии, связывающим величины энергозатрат при беге на лыжах с энергозатратами при беге на тредбане с той же скоростью в подъем той же крутизны;

$$\text{для } \alpha = 2^\circ: \dot{E}_L = 1,4\dot{E}_T - 4,7$$

$$\text{для } \alpha = 6^\circ: \dot{E}_L = 1,4\dot{E}_T - 5,6$$

В общем виде зависимость \dot{E}_L (\dot{E}_T) выражается следующим образом:

$$\dot{E}_L = \dot{E}_T - C_0(\alpha),$$

$$\text{где } \dot{E}_L \rightarrow \dot{E}_T \text{ и } C_0 = 4,26 \pm 0,225$$

Полученные соотношения преобразованы в номограмму (см. рис. 5Б) и представляют интерес как полезный элемент системы контроля за лыжниками-гонщиками высокой квалификации. Они позволяют предсказывать энергетические затраты и экономичность бега на лыжах по метрологически-корректным данным, полученным в лабораторных условиях, на тредбане с управляемой скоростью и наклоном дорожки.

Второй раздел исследований IV главы нацелен на выявление рациональных вариантов преодоления высококвалифицированными лыжниками-гонщиками подъемов с наиболее вероятными (в соответствии с результатами главы III) сочетаниями крутизны и длины. Были выбраны подъемы, характеристики которых лежат в следующих пределах в соответствии с диаграммами на рис. 1 и 2 /: $2-6^\circ$, 150-500 м.

Эти комбинации крутизны и длины, за исключением последней, оказались наиболее вероятными среди соревновательных трасс ДЮСШ, и именно они в дальнейшем оказались в центре внимания при проведении педагогического эксперимента.

Рис. 4. А - двумерное изображение усредненных результатов исследования энергозатрат от скорости бега (V) и крутизны подъема у высококвалифицированных лыжников-гонщиков: взрослые спортсмены;

Б - энергетическая стоимость метра пути при беге в подъем в зависимости от скорости и крутизны подъема у высококвалифицированных лыжников-гонщиков: взрослые спортсмены.

Вертикальные линии - доверительные интервалы при $p < 0,05$.

Условные обозначения: о - 1° , х - $5,5^\circ$, · - 10° .

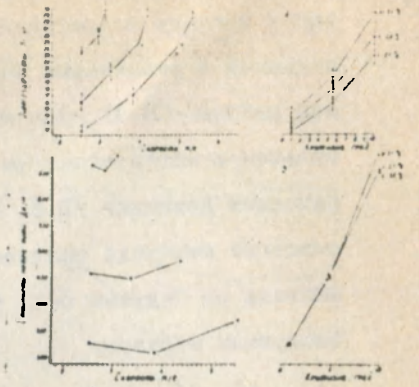
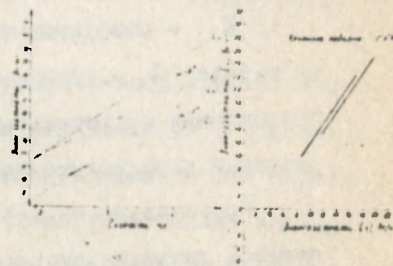


Рис. 5. Результаты сопоставительного исследования энергетических затрат при беге на лыжах (сплошная линия) и по тредбану (пунктир) при двух значениях крутизны подъема:

А - скорость энергозатрат в зависимости от скорости передвижения;

Б - регрессионная зависимость между энергозатратами при беге на лыжах и беге по тредбану с той же скоростью;

жирные линии соответствуют собственным экспериментальным данным.



В целях экономии времени и для повышения точности исследования вначале осуществили поиск рациональной тактики преодоления подъемов с указанными характеристиками на ЭИМ с диалоговым режимом работы (СМ-4). Для имитационного моделирования использовали известную математическую модель энергетического обеспечения циклических движений /В.Д. Уткин с соавт., 1982/. Математическое описание перехода развиваемой мощности в скорость передвижения лыжника на подъеме было разработано при нашем участии и выглядит следующим образом:

$$N_e - N_0 = V \left[mg \sin d + mgk \cos d \left(1 - \frac{l_0}{l} \right) + ma \right] + \frac{V^3}{Z(\theta)},$$

где $\frac{V^3}{Z(\theta)}$ - развиваемая спортсменом при преодолении подъема механическая мощность;

N_0 - мощность, развиваемая спортсменом при имитации движений лыжника;

V - скорость передвижения;

mg - вес спортсмена;

d - крутизна подъема;

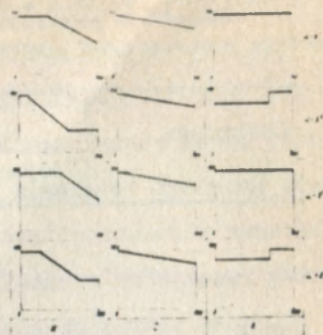
k - коэффициент скольжения; l - длина шага, l_0 - длина выпада, a - ускорение, приобретаемое общим центром масс при прохождении спортсменами подъема; $Z(\theta)$ - коэффициент, характеризующий аэродинамические свойства тела лыжника.

Рациональность наблюдаемых в процессе машинной имитации вариантов динамики скорости проверена затем в экспериментальной серии № 4. Отобранные варианты представлены на рис. 6.

Педагогический эксперимент

В сборной команде детско-взрослой спортивной школы Ворошиловского района г. Москвы были сформированы две группы спортсме-

Рис. 6. Рациональные варианты динамики скорости при преодолении высококвалифицированными лыжниками-гонщиками подъемов различной длины и крутизны (по результатам имитационного моделирования).



нов-перворазрядников: экспериментальная и контрольная.

3834
В соответствии с принципами спортивной педагогики обучение осуществлялось в три этапа. На первом этапе у спортсменов формировалось представление о рациональных режимах передвижения в подъем. Здесь же спортсменам сообщали величины крутизны и длины подъемов, которые будут чаще всего встречаться на трассах предстоящего сезона.

На втором этапе вырабатывалось первоначальное умение находить рациональную динамику скорости при передвижении в подъем. С этой целью спортсмена знакомили с рассчитанными на ЭИМ вариантами тактики преодоления данного подъема и осуществляли инструментальный контроль за динамикой скорости. Результаты контроля немедленно сообщали спортсмену.

На третьем этапе добивались освоения и закрепления навыков самостоятельного выбора и поддержания оптимальной динамики скорости при условии, что спортсмену заранее сообщались характеристики подъема и местонахождение его на соревновательной трассе. В этом случае также информировали спортсмена о том, насколько избранная им динамика скорости близка к рациональному варианту.

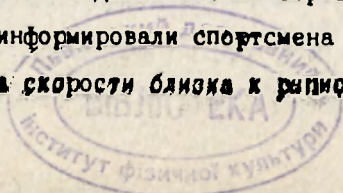


Таблица 4

Основные результаты педагогического эксперимента

Спортсмен	В начале эксперимента		В конце эксперимента	
	Результат, мин., с	Ранг	Результат, мин., с	Ранг
Экспериментальная группа				
М.С.Д.	41.00	I	39.00	I
Ж.О.А.	43.16	14	42.30	12
Г.П.В.	41.20	3	40.27	4
Ж.А.В.	42.01	8	41.17	8
Т.О.Д.	43.01	11-12	42.40	13
А.Г.П.	43.19	15	43.18	15
П.В.А.	43.01	11-12	41.40	9
Б.А.В.	41.59	6	39.52	3
\bar{X}	42.25	8.75	41.20	8.12
Контрольная группа				
Л.В.Е.	41.40	2	39.30	2
Г.А.В.	41.53	5	41.08	7
М.Д.А.	43.11	13	43.01	14
Г.А.А.	42.00	7	41.05	6
Х.О.Г.	42.30	10	42.00	10
Г.А.В.	41.52	4	40.31	5
К.С.Д.	42.15	9	42.08	11
М.Д.А.	44.03	16	43.31	16
\bar{X}	42.25	8.25	41.35	8.87

Спортсмены, входящие в обе группы, тренировались по единой программе под руководством одних и тех же тренеров. Различия в методике тренировки состояли в том, что члены контрольной группы получали только начальные навыки рационального преодоления подъемов, а члены экспериментальной группы на протяжении всего сезона совершенствовали тактику передвижения в подъем. При этом использовали две формы занятий. Первая из них сводилась к периодическому контролю за рациональностью произвольно выбираемых режимов передвижения в подъем. Вторая форма тренировочных занятий предполагала активное программирование рациональных тактических вариантов, предсказанных в процессе имитационного моделирования.

В результате педагогического эксперимента установлено, что использование в учебно-тренировочных занятиях упражнений, направленных на овладение рациональной тактикой преодоления подъемов, приводит к ощутимому и статистически-значимому ($p < 0,05$) приросту результатов в соревнованиях (табл. 4).

ВЫВОДЫ

1. Наиболее полную информацию о вероятностных характеристиках подъемов одной соревновательной трассы и серии трасс доставляют эмпирические законы распределения крутизны и длины подъема и трехмерные диаграммы с координатами: крутизна подъема - логарифм длины подъема - вероятность различных сочетаний крутизны и длины подъема.

2. На пятнадцатикилометровых соревновательных трассах сборной команды СССР наиболее вероятными оказались следующие сочетания крутизны и длины подъемов: 3° , 100-200 м - 3,2%; 3° , 200-400 м - 3,9%; 4° , 200-400 м - 3,2%; 5° , 400-600 м - 4,5%; 6° , 200-400 м - 3,9%; 8° , 200-400 м - 3,9%; 9° , 100-200 м - 4,5%. В

серии соревновательных трасс детско-юношеской спортивной школы наиболее вероятные подъемы имели следующие характеристики и вероятности: 1°, 40-60 м - 4,4%; 1°, 80-100 м - 4,4%; 2°, 40-60 м - 16,3%; 2°, 80-100 м - 4,4%; 2°, 100-200 м - 5,2%; 3°, 80-100 м - 3,7%; 3°, 200-400 м - 3,7%; 4°, 80-100 м - 5,2%; 4°, 200-400 м - 4,4%; 5°, 200-400 м - 5,2%; 5°, 400-600 м - 5,2%. Таким образом, характеристики наиболее вероятных подъемов на соревновательных трассах лыжников-гонщиков высокой квалификации локализуются: для взрослых спортсменов высокой квалификации в пределах от 2° до 9° и от 100 м до 600 м; для перворазрядников, учащихся ДЮСШ - в пределах от 1° до 5° и от 40 м до 600 м.

3. Энергетические затраты и экономичность при преодолении на лыжах подъемов различной длины и крутизны могут быть предсказаны по результатам определения названных показателей в лабораторных условиях, на беговом тредбане с управляемым наклоном и скоростью движения ленты. Семейство регрессионных уравнений, связывающих энергозатраты при беге на лыжах ($\dot{E}_л$) в подъем с энергозатратами при беге по тредбану ($\dot{E}_т$) с той же скоростью и крутизной подъема, имеет вид:

$$\dot{E}_л = 1,4 \dot{E}_т - C_0 (d),$$

где d - крутизна подъема, град.;

$$C_0 = 4,26 + 0,225 d ;$$

$$\dot{E}_л \geq \dot{E}_т .$$

4. У взрослых высококвалифицированных лыжников-гонщиков экономичность бега в подъем на тредбане и на лыжах не отличается статистически-значимо от экономичности передвижения в подъем у юных лыжников-гонщиков той же квалификации.

5. Результаты имитационного моделирования двигательной деятельности высококвалифицированных спортсменов на подъемах лыжных трасс позволяют заключить, что в процессе машинного эксперимента

на ЭВМ с диалоговым режимом работы могут быть выявлены рациональные варианты тактики преодоления подъемов различной длины и крутизны. Для практического осуществления имитационного моделирования необходимо располагать информацией о крутизне и длине и о количественных показателях, характеризующих аэробный и анаэробные механизмы энергообеспечения.

6. При преодолении высококвалифицированными лыжниками-гонщиками подъемов с наиболее вероятными сочетаниями крутизны и длины можно рекомендовать следующую динамику скорости.

Со старта начальный участок подъема необходимо проходить с более высокой скоростью с последующим ее снижением, при этом полнее расходуется запас анаэробных источников энергии.

Подъемы, расположенные в середине дистанции, проходятся с равномерно снижающейся скоростью, обеспечивая постоянство энергозатрат на протяжении всего подъема.

На финише дистанции рациональной является скорость, способствующая более полному использованию энергетических запасов, заключающаяся в равномерной скорости в начале подъема с некоторым увеличением ее в конце подъема.

7. Результаты педагогического эксперимента свидетельствуют о том, что использование на протяжении всего сезона методических приемов, направленных на выявление наиболее вероятных характеристик подъемов в составе трасс предстоящего сезона и на совершенствование навыков преодоления подъемов с рациональной динамикой скорости, приводят к большему приросту спортивных достижений у лыжников-гонщиков высокой квалификации.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

Полученные результаты теоретического анализа и экспериментальные данные могут служить основанием для следующих практических рекомендаций, которые будут способствовать повышению эффективности тренировочной и результативности соревновательной деятельности лыжников-гонщиков высокой квалификации:

1. Педагогический контроль за двигательной деятельностью лыжника-гонщика, преодолевающего подъем, и за уровнем его подготовленности к преодолению подъемов различной длины и крутизны в соревновательных условиях следует осуществлять при помощи комплекса контрольно-измерительной аппаратуры, обеспечивающего автоматическое измерение скорости прохождения отдельных участков подъема, программирование и радиотелеметрическую регистрацию частоты сердечных сокращений, определение потребления кислорода и регистрацию лактата в периферической крови и (в лабораторных условиях) программированное регулирование крутизны подъема и скорости бега на тредбане. Соответствующим образом организованное исследование на управляемом тредбане позволяет предсказать энергозатраты и экономичность преодоления подъемов разной крутизны с различными скоростями, если воспользоваться регрессионными уравнениями, связывающими энергозатраты при беге на тредбане с энергозатратами при беге на лыжах.

2. При планировании учебно-тренировочного процесса необходимо определять наиболее вероятные характеристики подъемов, которые встретятся спортсменам на соревновательных трассах предстоящего сезона. При этом целесообразно анализировать профили трасс и по результатам анализа строить графики распределения вероятностей подъемов различной длины и крутизны.

3. Экспериментальные данные зависимости энергозатрат и экономичности передвижения от скорости и крутизны подъема дают возможность составить суждение о том, какие варианты динамики дистанционной скорости являются наиболее рациональными.

Месторасположение на трассе подъема предопределяет основной критерий оптимальной двигательной деятельности на данном подъеме. В начале дистанции и, в особенности, на финише критерием оптимальности является производительность (или средняя скорость) передвижения. В середине дистанции наравне с производительностью следует ориентироваться на экономичность двигательной деятельности.

4. Методика обучения спортсменов рациональной тактике преодоления подъемов должна складываться из трех этапов. На первом этапе у спортсменов формируется начальное представление о наиболее вероятных характеристиках подъемов на лыжных трассах и о рациональных режимах передвижения на подъеме. На втором этапе осуществляется овладение первоначальным умением находить оптимальный тактический вариант. На третьем этапе обучения необходимо добиваться освоения и закрепления навыка самостоятельного выбора и поддержания оптимальной динамики скорости.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Карпушкин А.А. Оптимальная тактика передвижения лыжника-гонщика в подъем. - В кн.: Всесоюзная научно-практическая конференция тренеров по лыжному спорту. М., 1982, с. 67-68.

2. Головачев А.И., Карпушкин А.А., Лопухов Н.П. Методика оценки интенсивности тренировочной нагрузки лыжниц-гонщиц на основе измерения ЧСС. - В кн.: Всесоюзная научно-практическая конференция тренеров по лыжному спорту. М., 1982, с. 135.

3. Уткин В.Л., Александров А.А., Григорьев В.А., Заикин В.А., Карпушкин А.А. Экономичность передвижения на лыжах в подъем. - В кн.: Механико-математическое моделирование спортивной техники. Всесоюзная научная конференция (26-27 апреля 1982 г.). Тезисы докладов. М., 1982, с. 48.

4. Александров А.А., Карпушкин А.А., Федоткина О.И. Имитационное моделирование важнейших элементов соревновательной деятельности лыжников-гонщиков. - В кн.: Тезисы Всесоюзной конференции: Моделирование соревновательной деятельности с учетом резервных возможностей спортсменов (Москва, 19-20 апреля 1983 г.). М., ЕНИИФЖ, 1983, с. 35-36.

5. Карпушкин А.А., Зайцева В.В., Мартынов В.С., Уткин В.Л. Анализ соревновательных трасс в лыжных гонках. - Лыжный спорт, 1983, вып. I, с. 38-41.

Материалы диссертации доложены:

1. На Всесоюзной научно-практической конференции тренеров по лыжному спорту, Москва, 1982 г.

2. На Всесоюзной научной конференции: Механико-математическое моделирование спортивной техники, Москва, 1982 г.

Подписано к печати 07.02.84 г. Тираж 100

Объем I печ. лист. Заказ 287

Типография Пензенского ЦНТИ, ул. Ульяновская, I.