

517195
1334 ТАРТУСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

20.11.73
ПИРОГ Анатолий Владимирович

**Исследование структуры движений
и пути ее совершенствования
в одновременных лыжных ходах**

13.00.04—Теория и методика физического воспитания
и спортивной тренировки

(Диссертация написана на русском языке)

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата педагогических наук

ТАРТУ
1973

Диссертация выполнена на кафедре лыжного спорта (зав. кафедрой — кандидат педагогических наук, профессор **М. А. Аграновский**) государственного Центрального ордена Ленина института физической культуры (ректор института — доцент **В. И. Маслов**).

Научные руководители:

Кандидат педагогических наук, профессор **М. А. Аграновский**.

Кандидат педагогических наук, доцент **В. В. Ермаков**.

Официальные оппоненты:

Доктор медицинских наук, профессор **А. А. Гладышева**.

Кандидат педагогических наук, н. о. доц. **Ю.-Х. Кальюсто**.

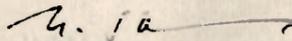
Ведущее учреждение:

Белорусский государственный ордена Трудового Красного Знамени институт физической культуры.

Автореферат разослан « 16 » ^{III} 1973 г.

Защита диссертации состоится « 19 » ^{IV} 1973 г.
в 18⁰⁰ час. на заседании совета медицинского факультета Тартуского государственного университета по присуждению научных степеней в области физической культуры и спорта.
г. Тарту, ул. Юликооли, 18.

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке ТГУ.



Ученый секретарь ТГУ **И. МААРООС**.

ВВЕДЕНИЕ

Уровень развития лыжного спорта на современном этапе настолько высок, что рассчитывать на победу в крупных международных форумах лыжников могут лишь те гонщики, которые обладают не только высокой физической, тактической, психологической подготовкой, но и в совершенстве владеют техникой обширного комплекса способов передвижения на лыжах. Значение техники в лыжном спорте, как и в любом другом виде, приобретает первостепенное значение, ибо борьба здесь идет в постоянно меняющихся условиях рельефа местности, при изменяющемся состоянии лыжни, условий скольжения и т. д. Значение техники в лыжных гонках велико еще и потому, что каждое не рациональное движение, повторяясь многократно, приводит к неоправданным энергетическим затратам, что в свою очередь влияет на спортивный результат.

Различные способы передвижения на лыжах не универсальны, они пригодны только в определенных условиях, где их применение дает наибольший эффект.

К сожалению, до последнего времени исследование группы одновременных лыжных ходов выпадали из поля зрения как ученых, тренеров, так и самих спортсменов. Основное внимание уделялось изучению и совершенствованию техники попеременного двухшажного хода. В доступной нам литературе вопросам глубокого изучения и обоснованию рационального построения структуры движений одновременными ходами не уделяется внимания. Техника названной группы ходов дается лишь в описательном плане, что не дает возможности для углубленного анализа структуры движений и дальнейшего совершенствования техники. Кроме этого, практика лыжного спорта знает определенное количество вариантов одновременных ходов, упоминаемых в литературе, которые возникли в последние годы и настоятельно требуют своего дальнейшего изучения.

Все это и послужило предметом выбора и разработки данной темы исследования.

СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА

Развитие техники лыжного спорта насчитывает уже без малого восьмидесятилетнюю историю. Техника передвижения на лыжах сегодняшнего дня в огромной степени отличается от техники 20—30-х годов, прежде всего, своей целесообразностью, естественностью, простотой и законченностью форм движения. И хотя формирование техники шло на протяжении всей истории развития лыжного спорта, сегодня мы еще не можем и, видимо, не сможем сказать, что этот процесс уже закончился, что техника передвижения на лыжах достигла своего совершенства. Это, конечно, не значит, что следует ожидать «революционного скачка» в технике, ибо «вряд ли можно сейчас придумать совершенно новый способ передвижения» (Г. В. Васильев, 1951). Однако дальнейшее развитие техники будет идти, по мнению Д. Д. Донского (1967), по пути естественного отбора наиболее эффективных деталей, которые, соединяясь в группы движений, и будут составлять современную совершенную технику хода.

Появление одновременных ходов следует отнести к началу 20-х годов нашего столетия (Д. Васильев, 1938; Д. П. Марков, 1946; И. Г. Чудинов, 1951 и др.), хотя термин «одновременный стиль» был введен только в 1920 г. (Б. Н. Взоров, С. В. Яппис, 1948). Вначале использование одновременных ходов было малоэффективным, так как лыжники при этом не выполняли отталкивания ногой и вся нагрузка падала на туловище и руки (П. Скалкин, 1929). Д. Васильев в 1925 г. разрабатывает «теорию толчка палкой», суть которой сводится к стремлению уменьшить угол отталкивания палкой, что в общем-то остается актуальным и по сей день. Дальнейшее развитие техники одновременных ходов шло скачкообразно, предпочтении зачастую отдавалось попеременным ходам. Несмотря на то, что в методической и научной литературе существует почти единодушное мнение, что в определенных условиях передвижения применение одновременных ходов наиболее целесообразно (Петерсон, Эмиль, 1934; Д. Н. Васильев, 1937, 1939; В. Ф. Сорокин, 1948; Д. А. Семенов, 1948; Э. М. Матвеев, 1949; В. А. Харитонов, 1955; М. А. Аграновский, С. К. Фомин, 1957; Д. Д. Донской, В. М. Наумов, 1957; К. Н. Спиридонов, 1959; И. Рогожин, 1968 и др.).

Были предприняты попытки экспериментального обоснования преимущества одновременных ходов по скорости передвижения на равнине. Однако результаты здесь были получены весьма разноречивые, что в известной степени можно отнести

к погрешностям в постановке эксперимента (А. Г. Чернышев, 1953; Г. Б. Чукардин, 1955; Э. М. Матвеев, А. Е. Демешко, 1955; И. Г. Огольцов, 1957; М. А. Заказнова, 1956, 1958; Ю. Д. Богданов, 1964; В. А. Евстафьев, 1965 и др.). В то же время было установлено, что с механической точки зрения одновременный одношажный ход обладает самой высокой мощностью среди других ходов (Ю. М. Сычев, 1957) и что «...кислородная стоимость способов передвижения... по существу равноценна...» (Ю. -Х. Кальюсто, 1965, 1967). Все это лишнее раз говорит об эффективности одновременных ходов при передвижении в определенных условиях (степень скольжения, плотность лыжи и т. д.).

Исследования техники одновременных лыжных ходов, выполненные рядом авторов в прошлые годы (Н. Г. Садчиков, 1939; В. Ф. Сорокин, 1948; Э. М. Матвеев, 1949; А. Г. Чернышев, 1953; К. Н. Спиридонов, 1959), выявили расхождения во взглядах и трактовке отдельных положений в технике названной группы. Несовершенство методик исследования прошлых лет не позволило авторам раскрыть структуру движения в цикле хода, установить взаимосвязь и обусловленность отдельных элементов движения. Кроме этого, в исследованиях никак не отражено и не учитывалось влияние изменчивости внешней среды, в которой протекает деятельность лыжника, на вариативность структуры движения. Последняя же имеет, по мнению Д. Д. Донского (1968), решающее значение для «стабилизации спортивного результата».

Следовательно, исследование структуры движений в одновременных лыжных ходах, ее вариативность и стабилизация в изменчивых условиях передвижения настоятельно диктуются практикой лыжного спорта и дальнейшей разработкой ее теории.

ЗАДАЧИ, МЕТОДЫ И ОРГАНИЗАЦИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

Перед настоящей работой были поставлены следующие задачи:

I. Исследовать структуру движений в цикле одновременного хода (бессажного, одно- и двухшажного):

1. Выявить кинематическую и динамическую структуру движения.

2. Определить взаимосвязь и взаимовлияние отдельных компонентов движения в цикле хода.

II. Обосновать оптимальные углы при подседании и отталкивании в одновременных ходах на лыжах:

1. Определить максимальные усилия, развиваемые лыжником при различных угловых положениях стопы, голени, бедра и туловища.

2. Обосновать наиболее рациональную посадку лыжника перед началом отталкивания ног.

III. Исследовать вариативность и стабильность структуры движений в зависимости:

1. От скорости передвижения.
2. От условий скольжения.
3. От состояния лыжи.

IV. Исследовать эффективность применения лыжных ходов в различных условиях передвижения на равнине.

V. Определить средства и методы совершенствования техники одновременных лыжных ходов и их распределение в годичном цикле подготовки лыжника.

Для решения поставленных задач были применены следующие методы исследования:

1. Педагогические исследования по определению эффективности предлагаемой методики совершенствования техники.
2. Динамография (тензометрия).
3. Полидинамометрия.
4. Киноциклография.
5. Математический анализ.

Исследования проводились в естественных условиях передвижения одновременными ходами на равнине и на приспособлениях, заменяющих лыжи. Кроме того, в лабораторных условиях выяснились динамические характеристики в структуре лыжных ходов. Под наблюдением находились лыжники-гонщики высокого уровня подготовленности (мастера спорта СССР — 22 человека, км/с и I разряд — 36 человек).

В целях получения объективных данных о структуре движений в изучаемых лыжных ходах нами совместно с доцентом В. В. Ермаковым и инженером Г. С. Луговским и А. Н. Кулешовым было разработано и применено специальное лидирующее устройство «лидер скорости», позволяющее задавать испытуемому определенную скорость в диапазоне от 2 до 6 м/сек. При проведении экспериментов нами учитывались условия передвижения (плотность лыжи, скорость передвижения, условия скольжения, определяемые по методике, предложенной К. Н. Спиридоновым, 1959).

Для регистрации динамических опорных реакций при отталкивании ногой и рукой пространственных и временных характеристик цикла хода нами использовалась тензометрическая лыжа и лыжная палка конструкции В. В. Ермакова (1966) с синхронной киносъемкой снимаемого объекта камерой КС-50Б. Запись осциллограмм осуществлялась на ленте шлейфного осциллографа Н700 при скорости лентопотяжки 160 см/сек.

Анализ структуры движения проводился по 41 характеристикам цикла хода. Всего проведено 167 опытов (проходов),

записано и проанализировано 467 циклов одновременных ходов, отснято 2140 метров киноплёнки.

Полидинамометрические исследования основных групп мышц проводились в лабораторных условиях с помощью гониотензометрической методики, предложенной Р. Н. Дороховым (1970). Измерение максимальной силы мышц сгибателей-разгибателей проводилось по всей амплитуде активного движения через каждые 5° в голеностопном и через 10° — в коленном и тазобедренном суставах. В опытах приняло участие 50 лыжников-гонщиков, имеющих подготовку не ниже II спортивного разряда. Всего получено 2360 измерений.

Педагогические исследования проводились на базе Смоленского института физической культуры в четыре этапа. В экспериментах в общей сложности приняло участие 127 человек.

Математическая обработка фактических данных осуществлялась с использованием электронносчетной машины. Определялись: средняя арифметическая (\bar{X}), ошибка средней ($\pm m$), среднее квадратическое отклонение ($\pm \sigma$), критерий достоверности (t) — по Стьюденту и ван дер Вардену, коэффициент корреляции (r) и коэффициент вариации ($V\%$).

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СТРУКТУРЫ ОДНОВРЕМЕННЫХ ЛЫЖНЫХ ХОДОВ

Рассматривая лыжный ход как систему движения, мы исходили из идеи Н. А. Бернштейна (1940), что «движение не есть цепочка деталей, а структура, дифференцирующаяся на детали, — структура целостная, при наличии в то же время высокой дифференциации элементов и разнообразно — избирательных форм взаимоотношений между ними». Нами изучалась система движений в одновременных лыжных ходах (бесшажном, одно- и двухшажном и их вариантах), как совокупность фазовой, динамической, кинематической и ритмической структур цикла движения.

Исследования показали, что в целях преемственности изучения всех лыжных ходов, единичный цикл движения должен иметь четкую фазовую структуру с установлением точных граничных моментов начала и окончания фаз и периодов. Так, цикл движения в одновременном бесшажном ходе состоит из одного периода (скольжения) и двух фаз: скольжения без отталкивания руками и скольжения с отталкиванием руками. Цикл движения в одновременном одношажном ходе состоит из двух периодов (скольжения и отталкивания), которые делятся на фазы: первая фаза — одноопорное скольжение, вторая — двухопорное скольжение, третья — скольжение с подседанием; первая фаза периода отталкивания — отталкивание со сгибанием толчковой ноги и вторая — отталкива-

ние с выпрямлением толчковой ноги. Цикл движения в одно- временно двухшажном ходе в свою очередь делится на 4 периода и 9 фаз. Первый период скольжения состоит из 3-х фаз: одноопорное скольжение с отталкиванием руками, двух- опорное скольжение и скольжение с подседанием. Первый и второй периоды отталкивания имеют фазовое деление, анало- гичное одношаговому толчковому ходу. Вторым периодом скольжения состоит из двух фаз: первая — одноопорное сво- бодное скольжение с выпрямлением опорной ноги и вторая — скольжение с подседанием на опорной ноге.

Изучение кинематической структуры цикла хода позво- лило установить количественные характеристики движения. Так, в одношаговом бесшажном ходе первая фаза зани- мает по времени 0,60—1,30 сек, что составляет в среднем 60% от общего времени цикла; вторая фаза — 0,20—0,50 сек. (40%). Длина цикла скольжения колеблется в пределах от 6 до 10 метров. Столь значительный диапазон характеристик объясняется большой вариативностью условий, в которых испытывается данный ход. Угол постановки палок на снег в момент начала отталкивания составляет в среднем 78°, в мо- мент окончания отталкивания — 26°. Наименьший же угол наклона палок к лыжне (23°) наблюдается в момент прохож- дения рукояток веревки.

В одновременном одношажном ходе и его скоростном ва- рианте на равнине, при отличных условиях скольжения ($K_p = 0,270$ и $K_c = 0,046$), на плотной лыжне и стандартной скорости передвижения (5 м/сек) установлены средние пока- затели характеристик движения, которые представлены в таблице 1.

При сравнительном анализе структуры движений в основ- ном и скоростном вариантах одновременного одношагового хода нами обнаружены достоверные различия в II характер- стиках из 23. При этом все они относятся к кинематическим характеристикам структуры цикла. Так, в скоростном вариан- те отталкивание ногой и руками выполняется быстрее — $0,130 \pm 0,003$ сек. ($t=7,0$ при $P=0,05\%$) и $0,360 \pm 0,011$ сек. ($t=2,9$ при $P=0,05\%$) соответственно. Время I фазы продолжи- тельнее — $0,471 \pm 0,014$ сек. ($t=2,5$), а время II фазы короче — $0,410 \pm 0,018$ сек. ($t=4,4$), чем в аналогичных фазах основного варианта. В скоростном варианте меньше общая продолжи- тельность цикла — $0,88 \pm 0,03$ сек. ($t=2,4$) и длина выпада — $88,21 \pm 2,01$ см ($t=5,1$). В скоростном варианте выше темп дви- жения — $0,94 \pm 0,02$ цикла/сек. ($t=2,2$) и меньше угол поста- новки палок — $71,05 \pm 1,48^\circ$ ($t=3,9$).

В одновременном двухшажном ходе при аналогичных ус- ловиях передвижения были получены следующие характерис- тики. Общая продолжительность цикла составляет $1,61 \pm$

Средние данные характеристик движения в основном и скоростном вариантах одновременного одношагового хода

Таблица 1

№ пп.	Параметры	Индекс	Основной вариант				t	Скоростной вариант			
			\bar{X}	$\pm \sigma$	$\pm m$	v%		\bar{X}	$\pm \sigma$	$\pm m$	v%
1.	Время I фазы скольжения (сек.)		0,390	0,071	0,020	17,9	3,50	0,471	0,052	0,014	10,6
2.	Время II фазы скольжения (сек.)		0,570	0,146	0,030	22,8	4,40	0,410	0,082	0,018	19,5
3.	Время III фазы скольжения (сек.)		0,075	0,005	0,001	7,10	3,50	0,072	0,005	0,001	8,90
4.	Время отталкивания ногой (сек.)		0,160	0,013	0,003	8,10	7,00	0,130	0,013	0,003	10,0
5.	Время отталкивания руками (сек.)		0,410	0,042	0,009	10,2	2,90	0,360	0,048	0,011	13,5
6.	Время цикла (сек.)		1,200	0,200	0,040	16,6	2,40	1,080	0,140	0,030	12,0
7.	Максимальное значение вертикальн. составл. ногой (кг)		110,3	11,90	2,660	10,7	0,02	110,9	11,90	2,660	10,7
8.	Усилие при толчке рукой (кг)		10,40	2,120	0,470	20,9	0,41	9,900	1,590	0,350	16,0
9.	Длина цикла (см)		59,8	96,83	21,61	16,1	1,30	561,2	83,86	18,72	14,9
10.	Длина выпада (см)		99,48	3,700	0,830	3,70	5,10	88,24	8,990	2,010	10,1
11.	Длина скольжения (см)		490,8	97,88	21,85	19,9	0,66	471,9	83,33	18,60	17,6
12.	Темп (циклов/сек.)		0,860	0,130	0,030	15,2	2,22	0,940	0,100	0,020	10,6
13.	Средняя скорость I фазы скольжения		5,450	0,320	0,070	5,80	1,31	5,280	0,450	0,100	8,50
14.	Средняя скорость во II фазе скольжения		4,450	0,210	0,050	4,72	1,22	4,760	1,110	0,250	23,3
15.	Средняя скорость маха ногой по II фазе отталкивания		7,850	1,350	0,300	17,2	0,51	8,050	1,140	0,259	14,1
16.	Средняя скорость маха ногой в I фазе отталкивания		4,770	1,400	0,310	29,3	1,65	5,430	1,060	0,240	19,5
17.	Угол между голенью и бедром в конце подседания (град.)		137,2	3,970	0,890	2,80	1,03	135,6	5,820	1,300	4,29
18.	Угол между голенью и бедром в конце I фазы оттал- кивания (град.)		122,1	7,410	1,650	6,00	0,47	123,1	6,610	1,480	5,30
19.	Размах отталкивания		15,10	5,290	1,180	35,0	1,56	12,71	4,390	0,980	34,5
20.	Угол постановки палок		78,40	5,030	1,120	6,40	3,99	71,05	6,610	1,480	9,30
21.	Гармоничность хода		7,280	2,570	0,570	35,3	1,56	6,170	1,880	0,420	30,4
22.	Длина I фазы скольжения		212,8	47,62	10,63	22,3	2,56	248,2	39,68	8,860	15,9
23.	Длина II и III фазы скольжения		287,5	71,92	16,05	25,0	2,70	224,3	44,97	10,04	20,0

Достоверно, когда $t > 2,2$ при $P=0,05$.

$\pm 0,04$ сек. при длине $828,2 \pm 26,13$ см. Время первого и второго отталкивания ногой равны соответственно $0,139 \pm 0,003$ сек. и $0,141 \pm 0,004$ сек., время отталкивания руками — $0,459 \pm 0,015$ сек. Длина первого и второго выпада равна $100,2 \pm 2,15$ см и $97,2 \pm 1,53$ см. Скорость выноса маховой ноги в I фазе первого отталкивания составила $6,0 \pm 0,38$ м/сек., а во втором отталкивании — $4,13 \pm 0,35$ м/сек. Во II фазе соответственно $8,48 \pm 0,27$ и $9,25 \pm 0,39$ м/сек. Палки ставятся на снег под углом $80,3 \pm 0,86^\circ$. Темп движения ниже, чем в одновременном одношажном и составляет $0,629 \pm 0,019$ циклов/сек.

Данные динамических опорных реакций для одновременного одношажного хода: вертикальная составляющая реакции опоры при отталкивании ногой равна $110,3 \pm 2,66$ кг, при отталкивании рукой $10,4 \pm 0,47$ кг. Аналогичные данные были получены и для одновременного двухшажного хода.

Данные интеркорреляционного анализа позволили выявить ведущие элементы хода, взаимосвязь и взаимовлияние их друг на друга.

Так, при одной и той же скорости передвижения (5 м/сек.) увеличение максимальной силы отталкивания ногой влечет за собой увеличение длины ($r=0,780$) и продолжительности цикла ($r=0,540$). Но для того, чтобы увеличить силу отталкивания ногой, необходимо сократить время отталкивания ($r=-0,530$) и увеличить скорость выноса маховой ноги в первой ($r=-0,750$) и второй ($r=-0,580$) фазах отталкивания. Продолжительность отталкивания ногой находится в зависимости от того, как быстро выполняется мах в первой и ($r=0,830$) и во второй ($r=0,780$) фазах, от длины выпада ($r=0,930$) и глубины подседания ($r=-0,960$). Для увеличения скорости передвижения необходимо также сократить время отталкивания руками ($r=-0,670$) и увеличить силу отталкивания ($r=0,610$). Уменьшить время отталкивания руками можно за счет уменьшения угла постановки палок на снег ($r=0,540$). Скорость передвижения находится в тесной связи с темпом движения ($r=0,714$), а последний — с общей длиной ($r=0,860$) и продолжительностью цикла ($r=-0,980$). Иными словами, увеличение темпа влечет за собой изменение ритмической структуры цикла, уменьшение его относительно пассивного периода.

Глубина подседания, будучи тесно связанной со временем отталкивания ногой ($r=-0,960$), имеет большое значение в увеличении общей скорости передвижения. Однако суставной угол оказывает влияние на проявление морфологической силы мышц сгибателей-разгибателей (В. М. Зациорский, 1970). В связи с этим, нами были проведены специальные исследования по определению влияния суставного угла на проявление максимальной силы мышц у лыжника-гонщика. Данные исследования показали, что сила мышц, действующих на стопу, имеет

наибольшее значение (56 кг) в пределах углов в голеностопном суставе от 65 до 70°, и в дальнейшем плавно снижается с изменением суставного угла в сторону подошвенного сгибания. Отмечено также, что сила мышц большого пальца составляет от 24 до 34% от общей силы мышц-сгибателей стопы. При этом сила мышц большого пальца на амплитуде от 100 до 120° подошвенного сгибания остается постоянной, в то время как общая сила резко падает.

Наибольшая сила мышц-разгибателей голени (четырехглавая мышца бедра) проявляется при угле в коленном суставе в 120° и составляет в среднем $69 \pm 1,7$ кг. Наибольшая сила мышц-сгибателей голени отмечена при угле в 180° (нога прямая) и составляет $41,5 \pm 1,1$ кг.

Мышцы-разгибатели бедра проявляют наибольшую силу ($133,4 \pm 4,2$ кг) при угле в 90°, а мышцы-сгибатели — $108,3 \pm 3,8$ кг при угле в 200°. Как показали исследования угла в тазобедренном суставе в момент начала отталкивания ногой у 40 ведущих лыжников страны, последний составляет в среднем $115 \pm 1,1^\circ$ ($V=5,7\%$). При таком угле сила тяги мышц-разгибателей бедра составляет 93% от максимальной, что следует признать высоким показателем.

Полученные данные позволили установить диапазон суставных углов при отталкивании ногой в одновременных лыжных ходах, при которых мышцы развивают наибольшее тяговое усилие. Такими углами являются: для голеностопного сустава — 65—70°, для коленного — 110—120°, для тазобедренного — 90—100°.

Таким образом, угловое положение звеньев тела лыжника в момент начала отталкивания должно быть таким, чтобы создать наилучшие возможности проявления максимальной силы сгибателей-разгибателей. Развивая силу мышц нижней конечности и туловища избирательно, в нужных углах, тем самым можно активно влиять на изменение посадки лыжника. Именно в этом направлении должна идти работа по увеличению оптимальной силы отталкивания ногой при передвижении на лыжах.

Итак, биомеханический анализ движений в одновременных лыжных ходах позволил установить взаимосвязь основных элементов движения и выявить то главное, что способствует рационализации техники лыжного хода. При этом следует руководствоваться следующими общими требованиями:

1. Стремиться к сокращению времени отталкивания ногой. Для скорости передвижения (5 м/сек.) оптимальным является отталкивание до $0,13 \pm 0,16$ сек. Сокращению времени отталкивания способствует: уменьшение длины выпада до 88—100 см ($r=0,930$); увеличение скорости выноса маховой ноги с лыжей в I фазе до $4,8 \pm 0,3$ м/сек. ($r=-0,830$) и во II фазе до

$7,8 \pm 0,3$ м/сек. ($r = -0,780$); создание оптимального угла в коленном суставе (подседания) в момент начала отталкивания ногой — $137 \pm 0,8^\circ$ ($r = -0,960$).

2. Увеличить силу отталкивания ногой. Для чего необходимо перед началом отталкивания полностью загрузить весом тела толчковую ногу с лыжей, а само отталкивание выполнить быстро.

3. Энергично отталкиваться руками, что достигается резкой постановкой лыжных палок на снег под углом $70-80^\circ$. Далее следует не «наваливаться» туловищем на палки, а быстро наклониться, одновременно посылая рукоятки палок от себя вперед-вниз. Отталкиваться лишь слегка согнутыми в локтевых суставах руками.

4. Избегать движений, вызывающих снижение скорости передвижения. К ним относятся: резкое выпрямление туловища и отбрасывание рук с палками назад-вверх после отталкивания, что приводит к увеличению динамической опорной реакции, а также силы трения на $30-36\%$; многократное переступание с лыжи на лыжу в фазе двухопорного скольжения (увеличение динамических опорных реакций); перегрузка передней части лыж в результате резкого и чрезмерного наклона туловища после отталкивания руками.

ИЗМЕНЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ДВИЖЕНИЯ В ЦИКЛЕ ХОДА ПОД ВЛИЯНИЕМ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ

Непостоянство условий, в которых передвигается лыжник, существенным образом влияет на изменения в технике движений спортсмена. Наблюдаемая вариативность в характеристиках движения, по мнению Д. Д. Донского (1967), обусловлена, как правило, случайными отклонениями или же носит приспособительный характер. В связи с этим лыжник-гонщик должен обладать хорошими приспособительными возможностями и достаточным диапазоном вариативности двигательного навыка для стабилизации спортивного результата.

Нами проведены исследования вариативности структуры движения одновременными лыжными ходами в зависимости от скорости передвижения, условий скольжения и состояния лыжни, как факторов, наиболее часто встречающихся и меняющихся в ходе соревнований и тренировки лыжника.

Так, при изменении средней скорости передвижения на 1 м в сек. наблюдаются достоверные изменения в 13 из 24 изучаемых характеристиках в одновременном одношажном ходе и в 25 из 41 — в одновременном двухшажном ходе. Эти изменения относятся к временным, динамическим и ритмическим характеристикам цикла и не затрагивают пространственных и угловых характеристик. Ниже приведены лишь основные из-

менения параметров движения при увеличении скорости на 1 м в сек. (с 4 м/сек. до 5 м/сек. при отличном скольжении и плотной лыжне). Увеличилась максимальная сила отталкивания ногой на 22,77 кг ($t=5,69$ при $P>1\%$) и рукой на 1,6 кг ($t=2,3$ при $P>5\%$). Повысился темп движения с 0,64 до 0,86 циклов/сек. ($t=4,25$ при $P>1\%$). Сократилось время отталкивания рукой, общее время цикла, а также время всех фаз скольжения. На большей скорости наблюдается более быстрое подседание — 0,075 сек. против 0,102 сек. ($t=4,43$ при $P>1\%$). Значительно короче по времени продолжительность II фазы скольжения — 0,567 сек. против 0,843 сек. ($t=2,88$ при $P>5\%$). Здесь продолжительность фазы двухопорного скольжения выступает своеобразным регулятором скорости передвижения. Отмечено, что чем выше скорость передвижения, тем больше «размах отталкивания» (разница между углами в коленном суставе в конце подседания и начале II фазы отталкивания) — $15,1^\circ$ против $11,4^\circ$ на меньшей скорости ($t=2,17$ при $P>5\%$). На большей скорости палки ставятся под более острым углом ($78,4^\circ$ и $85,8^\circ$, $t=3,23$ при $P>5\%$).

Аналогичные данные получены и для одновременного двухшажного хода. Исключение составляет лишь соотношение рабочих и пассивных периодов цикла. Если в одновременном одношажном ходе на скорости 5 м/сек. рабочий период составляет 47,5%, а на скорости 4 м/сек. — 39%, то в одновременном двухшажном и на той и на другой скорости рабочий период составляет 46% от общей продолжительности цикла. Установлено, что данные сравнительного анализа структуры движения на различной скорости передвижения полностью подтверждаются данными корреляционного анализа.

Сравнительный анализ структуры движений при отличных и плохих условиях скольжения ($A=5,9$ и $2,6$ соответственно, $V=4$ м/сек., лыжня плотная) позволил установить достоверные различия в 15 параметрах из 23-х изучаемых в одновременном одношажном и в 6 из 41 — в одновременном двухшажном ходах.

Так, при плохих условиях скольжения максимальная сила отталкивания ногой на 63 кг больше ($t=20,3$ при $P>1\%$) в одновременном одношажном, на 31 кг в первом шаге ($t=3,4$ при $P>1\%$) и на 35 кг во втором шаге ($t=4,8$ при $P>1\%$) в одновременном двухшажном ходе. При этом само отталкивание выполняется более резко, с акцентом на I фазу периода отталкивания. Большая сила отмечена и при отталкивании рукой — на 3 кг ($t=3,5$ при $P>1\%$). При плохих условиях изменяются пространственные характеристики. Так, на 10 см короче длина выпада ($t=3,1$ при $P>1\%$), на 176 см — длина двухопорного скольжения ($t=5,1$ при $P>1\%$). В связи с этим увеличивается и темп движения на 0,249 циклов/сек.

($t=5,5$ при $P>1\%$). При плохом скольжении отмечено и увеличение размаха отталкивания в среднем на 9° ($t=4,6$ при $P>1\%$). Палки при плохом скольжении ставятся под более острым углом: $73,4^\circ$ против $85,8^\circ$ ($t=5,3$ при $P>1\%$). Установлено, что при плохих условиях скольжения равномерная загрузка весом тела лыж в фазе двухопорного скольжения нецелесообразна. В одновременном одношажном ходе при плохом скольжении резко возрастает удельный вес рабочего периода цикла—52%, чего не отмечено в одновременном двухшажном ходе.

Сравнительный анализ структуры движения в цикле хода при передвижении по плотной и мягкой лыжне (скольжение отличное $A=5,9$, $V=5$ м/сек.) позволил установить достоверные различия в 14 параметрах из 23 в одновременном одношажном ходе и в 21 из 41 — в одновременном двухшажном ходе.

При передвижении по мягкой лыжне обнаруживаются изменения во временных и пространственных характеристиках, динамической и ритмической структурах цикла.

Так, на мягкой лыжне сокращается время II фазы скольжения, что ведет к увеличению темпа—0,991 против 0,860 цикла/сек. на плотной лыжне ($t=2,9$ при $P>5\%$). На мягкой лыжне отталкивание ногой длится $0,19\pm 0,006$ сек., а на плотной—только $0,16\pm 0,003$ сек. ($t=4,9$ при $P>1\%$). При этом отталкивание ногой не только более длительно, но и выполняется плавным движением. Отмечено большее на 5° сгибание ноги в коленном суставе в конце I фазы отталкивания ($t=3,0$ при $P>5\%$). На мягкой лыжне рабочий период цикла занимает 64% в одновременном одношажном ходе и 56% в одновременном двухшажном от общей продолжительности цикла. На мягкой лыжне в одновременном двухшажном ходе установлено, что время первого отталкивания ($0,19\pm 0,002$ сек.) больше второго ($0,17\pm 0,003$ сек.), ($t=2,8$ при $P>5\%$), а значение вертикальной составляющей силы отталкивания ногой во втором шаге на 6 кг больше, чем в первом ($t=2,45$ при $P>5\%$).

Проведенный анализ дает возможность высказать некоторые пожелания, направленные на повышение эффективности техники лыжных ходов, применяемых в различных условиях передвижения.

1. В плохих условиях скольжения при передвижении по равнине из всей группы одновременных лыжных ходов целесообразнее использовать одновременный двухшажный. По сравнению с хорошими условиями скольжения здесь необходимо: увеличение силы отталкивания ногой и руками; сокращение времени относительно пассивных фаз скольжения, уменьшение угла постановки лыжных палок на снег в момент начала отталкивания руками.

2. Передвижение по мягкой лыжне влечет за собой перестройку ритмической структуры. Сокращается как общая про-

должительность цикла, так и его пассивных периодов при одновременном увеличении продолжительности рабочих периодов. Отталкивание ногой выполняется мягким движением при небольшой длине выпада, но в достаточно высоком темпе движения.

3. Знание вариативности структуры в зависимости от условий передвижения позволяет разучивать и совершенствовать технику лыжных ходов целенаправленно с учетом изменчивости последних. Это в значительной степени повышает уровень приспособительных возможностей лыжника-гонщика и оказывает большое влияние на стабилизацию спортивного результата.

В этой связи определенным интересом для практики лыжного спорта представляет решение вопроса об эффективности того или иного лыжного хода в различных условиях передвижения с точки зрения достижения наибольшей скорости на определенном участке дистанции. Исследование данного вопроса (таблица 2) показало, что при передвижении по равнине все лыжные ходы в одинаковой мере позволяют гонщику достигать максимальной для него скорости. Но предпочтительнее использовать при передвижении сочетание различных лыжных ходов как в отличных, так и в плохих условиях скольжения.

Если же передвижение осуществляется с оптимальной (сопоставимой) интенсивностью (пульс 160—170 уд/мин.), то здесь большей скорости можно достичь, применяя комбинированные и одновременные ходы. При этом, на выбор способа передвижения (лыжного хода) влияют и рельеф местности, и условия скольжения, и состояние лыжни, и условия опоры для лыжных палок.

Таким образом, исследованиями установлено, что большая вариативность структуры цикла направлена на стабилизацию конечного результата—постоянной скорости передвижения, т. е. здесь вариативность носит приспособительный характер. Для расширения диапазона двигательного навыка необходимо изучение и совершенствование техники передвижения на лыжах в различных условиях скольжения, рельефа, состояния лыжни и скорости передвижения.

СРЕДСТВА И МЕТОДЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНИКИ ОДНОВРЕМЕННЫХ ЛЫЖНЫХ ХОДОВ

Основные требования к технике скользящего шага, разработанные Х. Х. Гроссом с соавторами (1968, 1971), которые успешно прошли проверку спортивной практикой, в известной степени относятся и к технике передвижения одновременными лыжными ходами. Для нее остаются в силе наиболее общие, основные положения: естественность и легкость, устранение всех ненужных (не способствующих увеличению скорости) дви-

Статистические показатели изменения времени прохождения 500-метрового отрезка при различных условиях передвижения на равнине (в сек.)

Таблица 2.

1. Скольжение хорошее ($K_n=0,21$, $K_c=0,044$). лыжня плотная, опора для палок хорошая.						
Символы	Интенсивность передвижения на пульсе 160—170 уд/мин.			Интенсивность передвижения на пульсе 190—200 уд/мин.		
	попеременный 2-х шажный ход	одновременные ходы	комбинированные ходы	попеременный 2-х шажный ход	одновременные ходы	комбинированные ходы
X	123,4 сек.	118,7 сек.	117,1 сек.	105,3 сек.	102,4 сек.	101,4 сек.
$\pm \sigma$	2,40	2,51	2,51	4,50	3,80	4,20
$\pm m$	0,60	0,63	0,63	1,13	0,96	1,04
t	$t_1=5,4$	$t_2=7,3$	$t_3=1,9$	$t_1=1,97$	$t_2=2,6$	$t_3=0,7$
2. Скольжение хорошее ($K_n=0,210$, $K_c=0,041$). лыжня средней плотности, опора удовлетворительная.						
X	126,8	120,9	116,4	100,2	103,4	100,9
$\pm \sigma$	4,90	3,70	4,20	4,12	3,73	3,90
$\pm m$	1,20	0,92	1,06	1,03	0,93	0,97
t	$t_1=3,8$	$t_2=6,4$	$t_3=3,2$	$t_1=2,4$	$t_2=0,6$	$t_3=1,8$
3. Скольжение хорошее ($K_n=0,248$, $K_c=0,045$). лыжня мягкая, опора для палок плохая.						
X	127,2	122,9	119,2	105,1	108,8	107,2
$\pm \sigma$	3,20	4,10	3,50	6,0	6,40	6,10
$\pm m$	0,80	1,00	0,80	1,50	1,60	1,50
t	$t_1=3,2$	$t_2=6,7$	$t_3=2,8$	$t_1=1,7$	$t_2=0,9$	$t_3=0,7$
4. Скольжение удовлетворительное ($K_n=0,20$, $K_c=0,058$). лыжня плотная, опора для палок хорошая.						
X	143,9	139,8	133,9	113,9	118,6	109,2
$\pm \sigma$	3,80	6,10	4,46	5,30	2,95	5,07
$\pm m$	0,95	1,52	1,11	1,30	0,74	1,26
t	$t_1=2,3$	$t_2=6,8$	$t_3=3,09$	$t_1=2,7$	$t_2=2,6$	$t_3=6,4$
5. Скольжение плохое ($K_n=0,19$, $K_c=0,080$). лыжня плотная, опора для палок хорошая.						
X	150,6	152,6	143,4	117,0	120,7	115,3
$\pm \sigma$	2,90	7,30	4,20	6,40	2,20	3,40
$\pm m$	0,73	1,80	1,10	1,60	0,50	0,85
t	$t_1=1,03$	$t_2=5,6$	$t_3=1,3$	$t_1=2,2$	$t_2=0,96$	$t_3=5,35$

Различия достоверны при $t \geq 2,2$ и $P=0,05$.

Примечание: t_1 —коэффициент достоверности различий между результатом прохождения отрезка попеременными ходами и одновременными;
 t_2 —то же попеременными и комбинированными ходами;
 t_3 —то же одновременными и комбинированными ходами.

жений, совершенная координация мышечных усилий, хорошо развитое чувство равновесия, высокая частота движений. Однако они могут служить лишь базой для разработки современной техники одновременных ходов. В совершенстве овладев техникой скользящего шага, как основы всех лыжных ходов, лыжник может рассчитывать и на более успешное овладение техникой одновременных лыжных ходов, но сказать, что он уже владеет ими, было бы ошибкой. Здесь не может быть механического переноса навыка, ибо даже характер скользящего шага в одновременных ходах отличается от скользящего шага в попеременных ходах, не говоря уже о других элементах движения. Налицо глубокие различия в структуре движений различными лыжными ходами. Все это говорит за то, что разучиванию и совершенствованию техники одновременных лыжных ходов желательно уделять в учебно-тренировочном процессе достаточное внимание.

Как показали педагогические исследования, проводившиеся нами на протяжении двух лет на группах начинающих лыжников и лыжников высокой квалификации, разучивание и совершенствование техники названной группы ходов должно идти с учетом определенных требований, предъявляемых к данному ходу. Ограничимся здесь перечислением этих требований только для фаз полного цикла одновременного одношажного хода, как основного среди всей группы одновременных ходов.

15 В I фазе скольжения—возможно больше увеличить скорость скольжения за счет быстрого и мощного отталкивания руками, создания жесткой системы «лыжи—лыжник—палки» и мягкого приставления маховой ноги с лыжей к опорной.

Во II фазе скольжения—как можно меньше потерять скорость скольжения. Этому способствует: равномерное распределение веса тела на обе лыжи и плавное выпрямление туловища, а также выбор оптимальной продолжительности данной фазы.

В III фазе скольжения—выполнить быстрое подседание на толчковой ноге, полностью сосредоточив на ней вес тела и слитно перейти к отталкиванию. Для этого необходимо загрузить переднюю часть стопы (голень активно наклоняется вперед) и остановить лыжу.

В I фазе отталкивания—развить достаточно высокую скорость при выносе маховой ноги с лыжей и создать условия для сильного отталкивания ногой (сгибание ноги в коленном суставе до оптимального угла).

Во II фазе отталкивания—завершить отталкивание ногой (вперед—вверх, вдоль оси тела), совпадающее с окончанием выпада.

При обучении технике передвижения одновременными ходами необходимо решить вначале общие задачи: 1) развить равновесие и умение скользить на двух лыжах с равномерным

Распределение специально-подготовительных упражнений
в порядке наименьших различий по характеристикам движений

Таблица 3

№ пп. Упражнение	Условия передвижения	Всего	Сходство	Различия	% к общему числу характеристик	Занимаемое место
1. Лыжероллеры производства ГДР.	Отличное скольжение, плотная лыжня.	24	20	4	83,3	16,7
2. Лыжероллеры производства ГДР.	Плохое скольжение, плотная лыжня.	24	8	16	33,3	66,7
3. Лыжероллеры производства ГДР.	Хорошее скольжение, мягкая лыжня.	24	8	16	33,3	66,7
4. Искусственное покрытие.	Плохое скольжение, плотная лыжня.	24	13	11	54,2	45,8
5. Искусственное покрытие.	Хорошее скольжение, мягкая лыжня.	24	12	12	50	50
6. Искусственное покрытие.	Отличное скольжение, лыжня плотная.	24	7	17	29,2	70,8
7. Лыжероллеры «Олимпия».	Хорошее скольжение, мягкая лыжня.	24	11	13	45,8	54,2
8. Лыжероллеры «Олимпия».	Плохое скольжение, плотная лыжня.	24	11	13	45,8	54,2
9. Лыжероллеры «Олимпия».	Отличное скольжение, плотная лыжня.	24	9	15	37,5	62,5

распределением на них веса тела; 2) научить четкому и полному переносу веса тела на толчковую ногу с лыжей к моменту начала отталкивания; 3) научить рациональному отталкиванию руками и ногой.

Решение поставленных задач дает возможность успешно овладеть основами техники, после чего следует приступать к разучиванию лыжных ходов в следующей последовательности: одновременный бесшажный, попеременный двухшажный, скоростной вариант одновременного одношажного хода, одновременный двухшажный и основной вариант одновременного одношажного хода.

Совершенствование технических приемов передвижения на лыжах проводилось нами на протяжении всего годового цикла подготовки лыжника с широким кругом применяемых средств: имитационные упражнения, передвижение по заменителям снега (хлорвиниловая лыжня), передвижение на лыжероллерах различной конструкции. Это давало возможность совершенствовать технику лыжных ходов применительно к различным условиям передвижения на снегу, поскольку сравнительный анализ структуры движений на лыжах и приспособлениях выявил их неоднородность (таблица 3).

При совершенствовании в бесснежное время года технических навыков передвижения на лыжах следует четко уяснить себе: для каких условий передвижения совершенствуется тот или иной прием и, исходя из этого, выбирать средства. Так, например, совершенствовать технику одновременных лыжных ходов в бесснежное время, применительно к отличным условиям скольжения и плотной лыжне, лучше всего на лыжероллерах производства ГДР, а для плохих условий—целесообразнее использовать искусственную лыжню. Имитационные упражнения, выполняемые на месте и в движении, используются как для совершенствования отдельных элементов и поз, так и целостного движения.

Обоснованность настоящих рекомендаций подтверждается данными педагогических исследований.

ВЫВОДЫ

1. Анализ специальной научно-методической литературы позволил установить, что из всех способов передвижения на лыжах, структура движений в одновременных лыжных ходах недостаточно изучена.

2. Изучение с помощью точных инструментальных методик исследования большого числа характеристик движения и корреляционный анализ их параметров позволил обосновать фазовую, динамическую, кинематическую и ритмическую структуры цикла в одновременных лыжных ходах.

3. Исследованиями установлено, что для повышения эффективности техники движений в одновременных ходах необходимо увеличение максимальной силы отталкивания ногой и руками с одновременным сокращением времени их выполнения. При этом, увеличению силы отталкивания ногой способствует полная нагрузка ее весом тела, а сокращению времени—ускоренный вынос маховой ноги в 1 и 2-й фазах периода отталкивания, а также уменьшение длины выпада и глубины подседания.

Непременным условием при отталкивании руками является постановка лыжных палок под острым углом по ходу движения, величина которого находится в диапазоне $70-85^\circ$ и зависит от условий передвижения—чем хуже последние, тем меньше угол.

4. Проявление максимальной силы мышц при отталкивании ногой зависит от угловых положений в суставах нижней конечности. Оптимальными суставными углами, при которых сила мышц-разгибателей максимальна, являются: для голеностопного сустава (сгибатели)— $70 \pm 5^\circ$, для коленного— $115 \pm 5^\circ$, для тазобедренного— $95 \pm 5^\circ$. Развитие силы мышц в углах, близких к основному упражнению, является одним из резервов улучшения скоростно-силовых качеств лыжника-гонщика.

5. Изменчивость условий передвижения оказывает существенное влияние на вариативность и стабилизацию структуры лыжного хода. Установлено, что различные условия передвижения специфически влияют на изменчивость характеристик движения. В связи с этим, изучение и совершенствование техники, применительно к различным условиям передвижения на лыжах, является дополнительным резервом повышения спортивно-технического мастерства лыжника-гонщика.

6. Педагогический эксперимент показал, что при выборе того или иного способа передвижения на равнине следует руководствоваться не только условиями скольжения, но и состоянием лыжни, интенсивностью передвижения и тактическими условиями ведения гонки.

Так, в хороших условиях скольжения на плотной лыжне и твердой опоре для палок эффективными будут одновременные и комбинированные лыжные ходы. В аналогичных условиях скольжения, но на мягкой и средней плотности лыжне, удовлетворительной опоре для палок предпочтительными являются комбинированные, а затем,—одновременные ходы. В удовлетворительных и плохих условиях скольжения, на плотной лыжне и хорошей опоре для палок наибольшая скорость достигается при использовании комбинированных ходов.

7. Основным средством формирования и совершенствования техники одновременных лыжных ходов является передвижение на лыжах с широким применением подводящих упраж-

нений для овладения отдельными положениями и позами, характерными для каждого хода. Исследования показали необходимость как комплексного, так и избирательного применения специально-подготовительных упражнений с учетом специфичности их влияния на структуру двигательных действий лыжника-гонщика.

Дополнительными средствами совершенствования техники в бесснежное время года будут специально-подготовительные упражнения на заменителях лыж и снега, применяемых в следующих отношениях (в %% от общего объема применяемых средств): имитация отдельных положений—38; лыжероллеры производства ГДР—21; лыжероллеры ФРГ «Олимпия»—15; искусственная лыжня—21.

8. Из всей группы изученных нами ходов наиболее эффективным является скоростной вариант одновременного одношажного хода, структура движений которого наиболее полно отвечает современным требованиям, предъявляемым к технике передвижения на лыжах.

СПИСОК

научных работ, опубликованных по теме диссертации

1. К вопросу изучения структуры движений в одновременных лыжных ходах. Тезисы докладов XIX итоговой научной конференции профессорско-преподавательского состава. Смоленск, 1968, стр. 107—108.
2. Фазовая структура движений в одновременном одношажном ходе на лыжах. Тезисы докладов XIX итоговой научной конференции профессорско-преподавательского состава. Смоленск, стр. 110—111. В соавторстве с В. В. Ермаковым.
3. Динамика опорных реакций при передвижении одновременным одношажным ходом на лыжах. Тезисы докладов XIX итоговой научной конференции профессорско-преподавательского состава. Смоленск, 1968, стр. 114. В соавторстве с В. В. Ермаковым.
4. Изменение динамики опорных реакций у биатлониста в зависимости от скорости передвижения. Тезисы докладов XIX итоговой научной конференции профессорско-преподавательского состава. Смоленск, 1968, стр. 107—108. Ряд авторов.
5. Структура движения одновременного одношажного хода. «На лыжне». Сборник статей. ФизС. М., 1969, стр. 63—71. В соавторстве с В. В. Ермаковым.
6. Динамика силы мышц стопы у лыжников-гонщиков в зависимости от угла сгибания голеностопного сустава. Тезисы докладов XX итоговой научной конференции профессорско-преподавательского состава. Смоленск, 1969, стр. 62—64. Ряд авторов.
7. Особенности изменения силы мышц, действующих на стопу у лыжниц. Тезисы докладов XX итоговой научной конференции профессорско-преподавательского состава. Смоленск, 1969, стр. 64—66. Ряд авторов.
9. К вопросу о совершенствовании техники передвижения на лыжах. Материалы III научно-методической конференции. Смоленск, 1970, стр. 48—53. Ряд авторов.
10. Совершенствование техники движений лыжника-гонщика в подготовительном периоде применительно к различным условиям передвижения зимой. Сборник научных трудов Смоленского государственного института физической культуры, выпуск 5, Смоленск, 1970, стр. 105—108. Ряд авторов.
11. Одновременные ходы на лыжах (техника, методика, эффективность применения). Материалы III научно-методической конференции. Смоленск, 1970, стр. 54—59. В соавторстве с В. В. Ермаковым.

12. Соотношение силы мышц-сгибателей и разгибателей коленного и тазобедренного суставов у лыжников. Материалы XXI научной конференции профессорско-преподавательского состава. Смоленск, 1971. стр. 136—140. Ряд авторов.

13. Структура движений одновременного двухшажного хода. Лыжный спорт. Сборник. ФИС, М., 1971.

14. Вариабельность структуры движений в попеременном двухшажном ходе. Лыжный спорт (Сборник статей). ФИС, М., 1972. Выпуск 1, стр. 24—29. В соавторстве с В. В. Ермаковым и В. А. Медведевым.