

ТЕОРИЯ И МЕТОДИКА СПОРТА ВЫСШИХ ДОСТИЖЕНИЙ

ВЛИЯНИЕ СКОРОСТНО-СИЛОВЫХ КАЧЕСТВ РУК НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЫСТУПЛЕНИЯ ВЫСОКОКВАЛИФИЦИРОВАННЫХ ЛЫЖНИКОВ-ГОНЩИКОВ 18–20 ЛЕТ В СОРЕВНОВАНИЯХ НА РАЗЛИЧНЫХ ДИСТАНЦИЯХ

**А.И. ГОЛОВАЧЁВ, В.И. КОЛЫХМАТОВ,
С.В. ШИРОКОВА, Е.А. СИГОВ,
ФГБУ ФНЦ ВНИИФК, г. Москва;
А.А. ГРУШИН,
АНО «ИЦОКР», г. Москва**

Аннотация

В статье представлены результаты исследования абсолютных значений и динамики корреляционной взаимосвязи скоростно-силовых качеств рук (взрывной силы и скоростно-силовой выносливости) лыжников-гонщиков с результатами на различных дистанциях главных стартов спортивного сезона 2023/2024. В исследовании приняли участие 11 спортсменов 18–20 лет, с квалификацией от КМС до МС, специализирующихся в разных видах соревновательной деятельности. Исследования скоростно-силовых качеств рук осуществлялись в рамках программы НМО подготовки сборных команд России при проведении этапных комплексных обследований на базе Инновационного центра ОКР и лаборатории циклических олимпийских видов спорта ФГБУ ФНЦ ВНИИФК. Программа обследования включала выполнение предельных мышечных нагрузок с применением эргометрической установки SkiErg (Concept-2, США), позволяющей имитировать работу рук при передвижении лыжников одновременным бесшажным ходом с соревновательной интенсивностью в нескольких режимах: отталкивания руками с максимальной мощностью (однократные движения) и 5-минутной работы в соревновательном режиме. Полученные показатели взрывной силы и скоростно-силовой выносливости (по абсолютным и относительным значениям) включались в корреляционный анализ с результатами на главных стартах спортивного сезона 2023/2024. Результаты исследования позволили установить наиболее информативные показатели и дифференциальную значимость показателей скоростно-силовых качеств рук в обеспечении эффективности выступления на различных по длительности дистанциях лыжных гонок.

Ключевые слова: лыжные гонки, высококвалифицированные спортсмены 18–20 лет, взрывная сила рук, скоростно-силовая выносливость рук, спортивный результат, различные дистанции лыжных гонок, корреляционная взаимосвязь.

INFLUENCE OF SPEED-STRENGTH QUALITIES OF HANDS ON THE PERFORMANCE EFFICIENCY OF HIGHLY QUALIFIED 18–20 YEAR-OLD CROSS-COUNTRY SKIERS IN COMPETITIONS AT VARIOUS DISTANCES

**A.I. GOLOVACHEV, V.I. KOLYKHMATOV,
S.V. SHIROKOVA, E.A. SIGOV,
VNIIFK, Moscow city;
A.A. GRUSHIN,
ROC Innovation Center, Moscow city**

Abstract

The article presents the results of a study of the absolute values and dynamics of the correlation relationship between the speed-strength qualities of the arms (explosive strength and speed-strength endurance) with sports results at various distances of cross-country skiing at the main starts of the 2023/2024 sports season. The study involved 11 athletes specializing in various types of competitive activities, aged 18 to 20 years, with qualifications from CMS to MS. Studies of the speed-strength qualities of the arms were carried out within the framework of the CME program for the preparation of Russian national teams, during stage-by-stage comprehensive examinations based on the ROC Innovation Center and the Laboratory of Cyclic Olympic Sports of the Federal State Budgetary Institution Federal Scientific Center of Physical



Culture and Sport of the Russian Federation. The examination program included performing maximum muscle loads using the SkiErg ergometric device (Concept-2, USA), which allows simulating the work of the arms when skiers move in a simultaneous step-free stroke with competitive intensity in several modes: pushing off with the arms with maximum power and 5-minute work in the competitive mode. The obtained indicators of explosive strength and speed-strength endurance (by absolute and relative values) were included in the correlation analysis with the results at the main (goal-setting) starts of the 2023/2024 sports season. The results of the study made it possible to establish the most informative indicators and the differential significance of the indicators of speed-strength qualities of the arms in ensuring the effectiveness of performance at various distances of cross-country skiing.

Keywords: cross-country skiing, highly qualified athletes aged 18–20, explosive arm strength, speed-strength endurance of arms, sports results, different cross-country skiing distances, correlation relationship.

Введение

Результаты ранее проведенных исследований [1, 2] показали, что эффективность соревновательной деятельности как для взрослых, так и юных спортсменов существенно зависит от становления основных компонентов физической подготовленности, среди которых большее значение принадлежит уровню развития скоростно-силовых качеств рук, дифференцированная значимость структурных компонентов которой – взрывной силы и скоростно-силовой выносливости – определяется требованиями специфики соревновательной деятельности [3, 4]. При этом поиск рациональных путей повышения эффективности тренировочного процесса, учитывающего специфику соревновательной деятельности и возрастающую значимость одновременных ходов (получивших название в англоязычной литературе *double poling*), является важным направлением исследований в современной спортивной науке [5, 6].

Одним из возможных направлений совершенствования тренировочного процесса является изучение корреляционных взаимосвязей и установление значимости показателей физической подготовленности в целом и скоростно-силовых качеств рук в частности в формировании высокого спортивного результата. В связи с этим для научно обоснованного управления подготовкой высококвалифицированных спортсменов 18–20 лет специалистам необходимо иметь информацию не только об уровне их физической подготовленности, но и степени взаимосвязи результатов с ведущими физическими качествами на главных стартах сезона, целеориентированных на достижение наивысшего результата [5–7].

Проведение корреляционного анализа продиктовано необходимостью поиска качественно-количественной меры, позволяющей установить дифференцированную значимость показателей взрывной силы и скоростно-силовой выносливости рук, оцениваемых в тестах с предельной мышечной нагрузкой, имитирующей соревновательный режим мышечной деятельности, оказывающей избирательное влияние на достижение итогового спортивного результата на различных дистанциях лыжных гонок.

Цель исследования: изучить характер взаимосвязи показателей скоростно-силовых качеств рук высококвалифицированных лыжников-гонщиков 18–20 лет на эффективность их выступления в главных стартах на различных дистанциях лыжных гонок спортивного сезона 2023/2024.

Задачи исследования: 1) изучить динамику корреляционных связей между показателями взрывной силы и скоростно-силовой выносливости рук высококвалифицированных лыжников-гонщиков 18–20 лет со спортивными результатами на различных дистанциях лыжных гонок; 2) установить закономерности проявления показателей взрывной силы и скоростно-силовой выносливости рук в зависимости от специфики соревновательной деятельности на различных дистанциях лыжных гонок.

Методы и организация исследования

Решение поставленных задач осуществлялось на основе применения следующих методов исследования: педагогических – сбор, обработка и анализ документации соревновательной деятельности; эргометрических, обеспечивающих выполнение тестовой процедуры на лыжном эргометре SkiErg (Concept-2, США); математико-статистических, включающих описательную статистику; корреляционного анализа по Спирмену [8].

Для оценки уровня развития скоростно-силовых качеств рук лыжникам-гонщикам предлагалось выполнить две процедуры тестирования с применением предельных мышечных нагрузок, выполняемых на эргометрической установке с механизмом инерционного типа, обеспечивающим измерение следующих показателей [9, 10]:

- механической работы за одно движение руками, выполняемой с максимальной мощностью при имитации одновременного бесшажного хода, характеризующего уровень взрывной силы рук;
- механической мощности в 5-минутной предельной мышечной работе (5ПМР), имитирующей передвижение лыжника в одновременных ходах в соревновательном режиме и характеризующей уровень скоростно-силовой выносливости рук.

При выполнении тестовых нагрузок осуществлялась регистрация и расчет показателей, входящих в номенклатуру модельных характеристик Олимпийца-2022 [10]:

- предельный объем работы за одно движение с максимальной мощностью (абсолютная и относительная величины – $A_{абс.}$ и $A_{отн.}$);
- мощность 5-минутной работы (5ПМР, абсолютная и относительная величины – $N_{абс.}$ и $N_{отн.}$);
- максимальная частота сердечных сокращений по окончании теста 5ПМР ($ЧСС_{макс.}$, реакция сердечно-сосудистой системы на выполненную нагрузку).



На протяжении спортивного сезона 2023/2024 под наблюдением находились 11 спортсменов юниорской сборной команды России по лыжным гонкам в возрасте 18–20 лет, с квалификацией от КМС до МС.

Для решения поставленных цели и задач исследования величина и направленность коэффициентов корреляции рассматривались через характер взаимосвязи «выбранный показатель» – «целеполагающая значимость выбранного соревнования». Именно поэтому для выявления влияния скоростно-силовых качеств рук на спортивный результат изучался характер (динамика) корреляционных связей (по тесноте и направленности) между основными показателями взрывной силы и скоростно-силовой выносливости рук и результатами выступлений на различных дистанциях: индивидуального спринта (квалификационные забеги); индивидуальных гонок (10–20 км); скиатлона (20 км) и масс-стартов (10–50 км) на следующих этапах годичного цикла 2023/2024:

- По окончании беснежного этапа подготовительного периода, включающего Всероссийские соревнования (ВС) и летний чемпионат России (Архангельская обл., середина – конец сентября);
- Середина соревновательного периода, включающего II Всероссийскую спартакиаду сильнейших спортсменов России (ВСССР, г. Тюмень, февраль);
- Первенство России, возраст 19–20 лет (ПР19-20, г. Кирово-Чепецк, Кировская обл., середина – конец февраля);
- Первенство России, возраст 21–23 года (ПР21-23, г. Сыктывкар, Республика Коми, конец февраля);

- Чемпионат России (ЧР, Архангельская обл., середина марта);
- Окончание соревновательного периода, включающего финал Кубка России (ФКР, г. Кировск, начало апреля);
- Первенство России, возраст 19–20 лет (ПР19-20, г. Мончегорск, Мурманская обл., середина апреля).

Сроки проведения перечисленных этапов ассоциируются с достижением «пикового» уровня готовности (февраль, март) на главных стартах сезона (ВСССР, ПР19-20, ПР21-23, ЧР), а также гонки ЛЧР (сентябрь) по окончании беснежного этапа подготовительного периода и ФКР и ПР19-20 (апрель) по окончании соревновательного периода.

Результаты исследования и их обсуждение

Для проведения корреляционного анализа были отобраны регистрируемые и расчетные показатели: абсолютная и относительная величины механической работы за одно движение с максимальной мощностью ($A_{абс.}$ и $A_{отн.}$); абсолютная и относительная мощности 5-минутной предельной мышечной работы (5ПМР) руками ($N_{абс.}$ и $N_{отн.}$); частота сердечных сокращений на финише 5ПМР руками ($ЧСС_{макс.}$) и спортивные результаты на главных стартах сезона. Среднегрупповые данные исследуемых показателей оценки скоростно-силовых качеств рук (в конце беснежного этапа подготовительного периода, КПП) и средней скорости на различных дистанциях с учетом специфики мышечной деятельности по видам гонок в спортивном сезоне 2023/2024 и динамика коэффициентов корреляции (R_{tk}) представлены в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Показатели скоростно-силовых качеств рук и скорости на дистанциях главных стартов сезона 2023/2024 у лыжников-гонщиков 18–20 лет (среднегрупповые данные, $n = 11$)

Исследуемый показатель	Достигнутый уровень
<i>Взрывная сила рук</i>	
$A_{абс.}$ (кГм)	35,64 ± 3,03
$A_{отн.}$ (кГм/кг/с)	0,497 ± 0,042
<i>Скоростно-силовая выносливость рук</i>	
$N_{абс.}$ (кГм/мин)	1459,8 ± 117,4
$N_{отн.}$ (кГм/мин/кг)	11,50 ± 0,86
$ЧСС_{макс.}$ (уд./мин)	184,6 ± 3,1
<i>Спортивный результат (средняя скорость преодоления дистанции, м/с)</i>	
Индивидуальный спринт – квалификационный забег	7,166 ± 0,187
Индивидуальная гонка – гонка с раздельным стартом	6,646 ± 0,162
Скиатлон – гонка со сменой стилей передвижения	6,267 ± 0,186
Масс-старт – гонка с общим стартом	5,982 ± 0,105

Проанализируем динамику коэффициентов R_{tk} по каждому из отобранных показателей (см. табл. 2).

Динамика R_{tk} абсолютной величины выполненной работы за одно движение с максимальной мощностью ($A_{абс.}$), отражающего уровень развития взрывной силы рук, характеризуется однонаправленным (со знаком «+») из-

менением тесноты (силы) взаимосвязи коэффициентов корреляции в диапазоне 0,287–0,647 – в индивидуальном спринте; 0,216–0,268 – в индивидуальных гонках; 0,568–0,633 – в скиатлоне, 0,296–0,785 – в масс-старте. Достижение пикового уровня коэффициентов корреляции (по силе взаимосвязи) приходится со знаком «+»



в спринтерских гонках на соревнования ПР21-23 ($R_{tk} = 0,647$; февраль) и зимний ЧР ($R_{tk} = 0,624$; март); в индивидуальных гонках – на гонку на ПР19-20 ($R_{tk} = 0,658$; февраль) и ВСССР ($R_{tk} = 0,649$; февраль); в скиатлоне наивысший уровень установлен на гонке ВСССР ($R_{tk} = 0,633$;

февраль) и на ЧР ($R_{tk} = 0,568$; март); в масс-старте пиковый уровень приходится на гонку в ФКР ($R_{tk} = 0,785$; апрель) и ПР19-20 на 50 км ($R_{tk} = 0,567$; апрель) в целом, отражая положительную взаимосвязь для пиковых значений на уровне «средняя» – «сильная».

Таблица 2

**Коэффициенты корреляции
между показателями скоростно-силовых качеств рук
и эффективности выступлений на различных дистанциях главных стартов
в спортивном сезоне 2023/2024 ($n = 11$)**

Исследуемый вид соревновательной деятельности	Исследуемый показатель				
	Взрывная сила рук		Скоростно-силовая выносливость рук		
	$A_{абс.}$	$A_{отн.}$	$N_{абс.}$	$N_{отн.}$	ЧСС
<i>Индивидуальный спринт</i>					
1,97 КЛ, 16.09.2023 – ЛЧР, Архангельская обл.	0,287	0,297	0,322	0,257	-0,224
1,70 КЛ, 09.02.2024 – ВСССР, г. Тюмень	0,494	0,615*	0,552*	0,541	0,557*
1,71 КЛ, 21.02.2024 – ПР19-20, г. Кирово-Чепецк	0,529	0,487	0,546*	0,339	0,152
1,39 КЛ, 28.02.2024 – ПР21-23, г. Сыктывкар	0,647*	0,677*	0,505	0,441	0,312
1,52 СВ, 16.03.2024 – ЧР, Архангельская обл.	0,624*	0,545*	0,616*	0,352	0,361
1,50 СВ, 02.04.2024 – ФКР, г. Кировск	0,419	0,421	0,439	0,524	0,275
<i>Индивидуальная гонка</i>					
20 СВ, 15.09.2023 – ЛЧР, Архангельская обл.	0,216	0,356	0,237	0,415	0,150
20 КЛ, 18.09.2023 – ЛЧР, Архангельская обл.	0,303	0,385	0,366	0,324	-0,153
10 СВ, 12.02.2024 – ВСССР, г. Тюмень	0,649*	0,337	0,748*	0,455	-0,259
10 СВ, 22.02.2024 – ПР19-20, г. Кирово-Чепецк	0,658*	0,393	0,454	0,487	-0,447
10 СВ, 29.02.2024 – ПР21-23, г. Сыктывкар	0,470	0,543*	0,552*	0,495	-0,776*
10 КЛ, 19.03.2024 – ЧР, Архангельская обл.	0,512	0,441	0,575*	0,415	-0,372
15 СВ, 03.04.2024 – ФКР, г. Кировск	0,622*	0,517	0,673*	0,431	-0,365
15 КЛ, 05.04.2024 – ФКР, г. Кировск	0,317	0,354	0,439	0,375	-0,359
<i>Скиатлон (гонка со сменой ходов)</i>					
20 17.02.2024 – ВСССР, г. Тюмень	0,633*	0,685*	0,747*	0,838*	-0,428
20 17.03.2024 – ЧР, Архангельская обл.	0,568*	0,358	0,582*	0,454	-0,634*
<i>Масс-старт (гонка с общим стартом)</i>					
20 КЛ, 25.02.2024 – ПР19-20, г. Кирово-Чепецк	0,296	0,318	0,384	0,457	-0,108
20 КЛ, 03.03.2024 – ПР21-23, г. Сыктывкар	0,389	0,381	0,412	0,572*	-0,545*
10 СВ, 07.04.2024 – ФКР, г. Кировск	0,785*	0,460	0,758*	0,599*	-0,520
50 КЛ, 12.04.2024 – ПР19-20, г. Мончегорск	0,567*	0,680*	0,537	0,879*	-0,436

* Коэффициенты корреляции, соответствующие уровню значимости $p < 0,05$.

Динамика R_{tk} относительной величины работы за одно движение с максимальной мощностью ($A_{отн.}$), отражающего сбалансированность морфологического состояния (и в первую очередь массы тела) и объема выполненной работы, характеризуется однонаправленным изменением тесноты взаимосвязи в диапазонах: 0,297–0,677 – в индивидуальном спринте; 0,337–0,543 – в индивидуальной гонке; 0,358–0,685 – в скиатлоне; 0,318–0,680 – в масс-старте. Достижение пикового уровня R_{tk} (как и в динамике абсолютных значений) приходится на главные старты спортивного сезона со знаком «+»: в спринтерских гонках – на соревнования ПР21-23 ($R_{tk} = 0,677$; февраль),

ВСССР ($R_{tk} = 0,615$; начало февраля) и зимний ЧР ($R_{tk} = 0,545$; март); в индивидуальных гонках – на гонку ПР21-23 ($R_{tk} = 0,543$; февраль) и ВСССР ($R_{tk} = 0,537$; февраль); в скиатлоне наивысший уровень установлен на гонке ВСССР ($R_{tk} = 0,685$; февраль), ЧР ($R_{tk} = 0,358$; март); в масс-старте – на гонке 50 км ПР19-20 лет ($R_{tk} = 0,680$; апрель).

Динамика R_{tk} абсолютной мощности $N_{абс.}$ – 5ПМР, отражающей уровень развития скоростно-силовой выносливости рук, характеризуется однонаправленным изменением тесноты взаимосвязи в диапазонах: 0,322–0,616 – в индивидуальном спринте; 0,237–0,748 – в индиви-



дуальных гонках; 0,582–0,747 – в скиатлоне и 0,384–0,758 – в масс-старте. Достижение пикового уровня R_{tk} исследуемого показателя приходится на главный старт спортивного сезона в спринтерских гонках – соревнования зимнего ЧР ($R_{tk} = 0,616$; март) и ВСССР ($R_{tk} = 0,552$; начало февраля); в индивидуальных гонках – на гонку ВСССР ($R_{tk} = 0,748$; начало февраля) и ФКР ($R_{tk} = 0,673$; начало апреля); в скиатлоне наивысший уровень установлен на гонке ВСССР ($R_{tk} = 0,747$; февраль); на ЧР ($R_{tk} = 0,582$; март) и в масс-старте приходится на гонку ФКР ($R_{tk} = 0,758$; апрель). Полученные данные свидетельствуют о высокой взаимосвязи показателя абсолютной величины мощности в тесте 5ПМР для всех видов соревновательной деятельности, дифференцированных различия которой определяются сроками их проведения и протяженностью соревновательной дистанции.

Динамика коэффициента R_{tk} относительной мощности в тесте 5ПМР ($N_{отн.} - 5ПМР$) характеризуется однонаправленным изменением тесноты взаимосвязи в диапазонах: 0,257–0,541 – в индивидуальном спринте; 0,324–0,495 – в индивидуальных гонках; 0,454–0,838 – в скиатлоне и 0,457–0,879 – в масс-старте. Достижение пикового уровня R_{tk} исследуемого показателя приходится на главный старт спортивного сезона в спринтерских гонках – на соревнования ВСССР ($R_{tk} = 0,541$; начало февраля); в индивидуальных гонках – на ПР21-23 ($R_{tk} = 0,495$; февраль) и ПР19-20 ($R_{tk} = 0,487$; февраль); в скиатлоне наивысший уровень установлен на гонке ВСССР ($R_{tk} = 0,838$; февраль), ЧР ($R_{tk} = 0,454$; март); в масс-старте на 50 км приходится на гонку ПР19-20 ($R_{tk} = 0,879$; апрель). Полученные данные свидетельствуют о высокой взаимосвязи показателя относительной величины мощности в тесте 5ПМР для всех видов соревновательной деятельности, дифференцированные различия которой еще в большей степени становятся сопряженными с протяженностью соревновательной дистанции.

Динамика R_{tk} частоты сердечных сокращений на финише 5-минутного теста ($ЧСС_{макс.} - 5ПМР$) характеризуется разнонаправленным изменением тесноты взаимосвязи в диапазонах: от $-0,224$ до $+0,557$ – в индивидуальном спринте; от $+0,150$ до $-0,776$ – в индивидуальных гонках; от $-0,323$ до $-0,634$ – в скиатлоне; от $-0,108$ до $-0,545$ – в масс-старте. Достижение пикового уровня R_{tk} исследуемого показателя приходится на главный старт спортивного сезона в спринтерских гонках – на соревнования ВСССР ($R_{tk} = 0,557$; начало февраля); в индивидуальных гонках – на ПР21-23 ($R_{tk} = 0,776$; февраль) и зимний ЧР ($R_{tk} = -0,472$; март); в скиатлоне наивысший уровень установлен на гонке ЧР ($R_{tk} = -0,634$; февраль),

ЧР ($R_{tk} = -0,428$; март); в масс-старте приходится на гонку ПР21-23 ($R_{tk} = -0,545$; февраль).

Установленная динамика коэффициентов корреляции отражает разнонаправленный характер ответной реакции сердечно-сосудистой системы на видовую специализацию мышечной деятельности с тенденцией, проявляющейся в спринтерских гонках к функциональной максимизации (R_{tk} со знаком «+»), а в дистанционных видах – к функциональной экономизации (R_{tk} со знаком «-»), пиковые уровни в которых приходятся на главные старты для данной возрастной группы (см. табл. 2).

Заключение

Результаты исследования позволили сформулировать следующие закономерности проявления тесноты и направленности взаимосвязи показателей взрывной силы и скоростно-силовой выносливости рук в зависимости от специфики соревновательной деятельности лыжников-гонщиков 18–20 лет:

- в соревнованиях по индивидуальному спринту успешность выступлений определяется высоким уровнем развития взрывной силы (и в первую очередь абсолютного показателя) на фоне сбалансированного развития скоростно-силовой выносливости рук (абсолютного и относительного показателей) и способности к достижению максимально возможного уровня функционирования сердечно-сосудистой системы;
- в индивидуальных гонках (гонки с разделением старта) успешность выступления определяется сбалансированностью развития взрывной силы и скоростно-силовой выносливости рук (при сохранении доминирования абсолютных значений) на фоне снижения требований к максимизации и повышению к экономизации функционирования сердечно-сосудистой системы;
- в скиатлоне (гонка со сменой стиля передвижения, но общим стартом) успешность выступления определяется сохранением сбалансированности развития взрывной силы и скоростно-силовой выносливости рук (при появлении тенденции доминирования относительных значений) на фоне выраженной тенденции функционирования сердечно-сосудистой системы по типу превалирования функциональной экономизации при обеспечении мышечной деятельности;
- в масс-старте (гонка с общим стартом) успешность выступления определяется доминирующим уровнем развития скоростно-силовой выносливости рук по отношению к взрывной силе рук (при проявляющейся тенденции превалирования относительных значений над абсолютными), и все это на фоне деятельности сердечно-сосудистой системы, идущей по типу функциональной экономизации, что и определяет направленность корреляционной взаимосвязи со знаком «минус».

*Работа выполнена в рамках государственного задания
ФГБУ ФНЦ ВНИИФК № 777-00001-24-00
(код темы № 001-23/1)*



Литература

1. Sandbakk, Ø., Holmberg, H.C. A reappraisal of success factors for Olympic cross-country skiing // *International journal of sports physiology and performance*. – 2014. – Vol. 9. – No. 1. – Pp. 117–121.
2. Сравнительный анализ результативности сильнейших лыжников-гонщиков в юношеском и взрослом возрасте / Н.Б. Новикова, И.Г. Иванова, Н.Б. Котелевская, А.И. Головачёв // *Теория и практика физической культуры*. – 2022. – № 3. – С. 97–99.
3. Sandbakk Ø., Grasaas, C.Å., Grasaas, E. Physiological determinants of sprint and distance performance level in elite cross-country skiers // *6 International Congress on Science and Skiing 2013*, St. Christoph a. Arlberg, Austria. – St. Christoph a. Arlberg. – 2013. – P. 93.
4. Losnegard, T., Hallén, J. Physiological differences between sprint and distance-specialized cross-country skiers // *Int. J. Sports Physiol. Perform.* – 2014. – Vol. 9. – No. 1. – Pp. 25–31.
5. The effects of strength training versus ski-ergometer training on double-poling capacity of elite junior cross-country skiers / T. Carlsson, L. Wedholm, J. Nilsson, M. Carlsson // *European journal of applied physiology*. – 2017. – Vol. 117. – Pp. 1523–1532.
6. Carlsson, M. Peak hand-grip force predicts competitive performance in elite female cross-country skiers / M. Carlsson, T. Carlsson, M. Olsson, et al. // *19th annual ECSS Congress Amsterdam, The Netherlands, July 2–5 2014*. – Amsterdam, 2014. – P. 719.
7. Sandbakk, Ø., Solli, G.S., Talsnes, R.K. et al. Preparing for the Nordic Skiing Events at the Beijing Olympics in 2022: Evidence-Based Recommendations and Unanswered Questions. – *Journal of Science in Sport and Exercise*. – 2021. – Vol. 3. – Pp. 257–269.
8. Дeryabin, V.E. Курс лекций по многомерной биометрии для антропологов. – М., 2008. – 328 с.
9. Головачёв, А.И. Современные методические подходы контроля физической подготовленности в лыжных гонках / А.И. Головачёв, В.И. Колыхматов, С.В. Широкова // *Вестник спортивной науки*. – 2018. – № 5 – С. 11–17.
10. Головачёв, А.И. Модельные показатели физической подготовленности лыжниц-гонщиц высокой квалификации при подготовке к XXIV Олимпийским зимним играм 2022 года в Пекине (Китай) / А.И. Головачёв, В.И. Колыхматов, С.В. Широкова // *Человек. Спорт. Медицина*. – 2019. – Т. 19. – № 2. – С. 81–87.

References

1. Sandbakk, Ø. and Holmberg, H.C. (2014), A reappraisal of success factors for Olympic cross-country skiing, *International journal of sports physiology and performance*, vol. 9, no. 1, pp. 117–121.
2. Novikova, N.B., Ivanova, I.G., Kotelevskaya, N.B. and Golovachyov, A.I. (2022), Comparative analysis of the performance of the strongest cross-country skiers in adolescence and adulthood, *Teoriya i praktika fizicheskoy kul'tury*, no. 3, pp. 97–99.
3. Sandbakk, Ø., Grasaas, C.Å. and Grasaas, E. (2013), Physiological determinants of sprint and distance performance level in elite cross-country skiers, *6 International Congress on Science and Skiing 2013, St. Christoph a. Arlberg, Austria. St. Christoph a. Arlberg*, p. 93.
4. Losnegard, T. and Hallén, J. (2014), Physiological differences between sprint and distance-specialized cross-country skiers, *Int. J. Sports Physiol. Perform.*, vol. 9, no. 1, pp. 25–31.
5. Carlsson, T., Wedholm, L., Nilsson, J. and Carlsson, M. (2017), The effects of strength training versus ski-ergometer training on double-poling capacity of elite junior cross-country skiers, *European journal of applied physiology*, vol. 117, pp. 1523–1532.
6. Carlsson, M., Carlsson, T., Olsson, M. et al. (2014), Peak hand-grip force predicts competitive performance in elite female cross-country skiers, *19th annual ECSS Congress Amsterdam, The Netherlands, July 2–5 2014, Amsterdam*, p. 719.
7. Sandbakk, Ø., Solli, G.S., Talsnes, R.K. et al. (2021), Preparing for the Nordic Skiing Events at the Beijing Olympics in 2022: Evidence-Based Recommendations and Unanswered Questions, *Journal of Science in Sport and Exercise*, vol. 3, pp. 257–269.
8. Deryabin, V.E. (2008), *Lecture course on multidimensional biometrics for anthropologists*, Moscow, p. 328.
9. Golovachev, A.I., Kolykhmatov, V.I. and Shirokova, S.V. (2018), Modern methodological approaches to monitoring physical fitness in cross-country skiing, *Vestnik sportivnoy nauki*, no. 5, pp. 11–17.
10. Golovachev, A.I., Kolykhmatov, V.I. and Shirokova, S.V. (2019), Model indicators of physical fitness of highly qualified female cross-country skiers in preparation for the XXIV Winter Olympic Games 2022 in Beijing (China), *Chelovek. Sport. Medicina*, vol. 19, no. 2, pp. 81–87.

