

**ОСОБЕННОСТИ СОРЕВНОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ,
МОДЕЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ФИЗИЧЕСКОЙ ПРИГОДНОСТИ
И ТРЕНИРОВОЧНЫЕ НАГРУЗКИ
СИЛЬНЕЙШИХ ЛЫЖНИКОВ-ГОНЩИКОВ МИРА
(по материалам зарубежной печати)**

*А.С. КРЮЧКОВ, В.Д. КРЯЖЕВ, Л.Н. ОВЧАРЕНКО,
ФГБУ ФНЦ ВНИИФК, г. Москва*

Аннотация

В статье рассмотрены особенности соревновательной деятельности в олимпийских видах лыжных гонок, представлены параметры внешнего дыхания, значения максимальных аэробных возможностей (VO_2max) и антропометрические характеристики сильнейших норвежских лыжников – призеров Олимпийских игр. Приведены пиковые значения потребления кислорода во время движения по различным участкам дистанции при использовании различных стилей лыжного хода. Рассмотрены диапазоны объемов тренировочной нагрузки и их распределение по зонам интенсивности в годичном цикле подготовки, характерные для сильнейших зарубежных лыжников.

Ключевые слова: лыжные гонки, максимальное потребление кислорода, спортсмены высокой квалификации, тренировочные нагрузки, зоны интенсивности.

**FEATURES OF COMPETITIVE ACTIVITY,
MODEL CHARACTERISTICS OF PHYSICAL FITNESS
AND TRAINING LOADS OF THE STRONGEST SKIERS IN THE WORLD
(based on the materials of the foreign press)**

*A.S. KRYUCHKOV, V.D. KRYAZHEV, L.N. OVCHARENKO,
VNIIFK, Moscow city*

Abstract

The article discusses the features of competitive activity in the Olympic types of cross-country skiing, presents the parameters of external respiration, the values of maximum aerobic capacity (VO_2max), and the anthropometric characteristics of the strongest Norwegian skiers – Olympic medalists, as well as their distribution by intensity zones in the annual training cycle, which is characteristic of the strongest foreign skiers.

Keywords: cross-country skiing, maximum oxygen consumption, highly qualified athletes, training loads, intensity zones.

Введение

Лыжные гонки, которые длятся от трех минут до двух часов, предъявляют высокие требования к уровню развития выносливости и силы, так как спортсменам приходится преодолевать крутые подъемы и в совершенстве владеть техникой спуска, где скорость может достигать 70 км/ч [1, 2].

Главным показателем выносливости является уровень максимального потребления кислорода, обозначаемый в отечественной литературе как МПК, а за рубежом VO_2max , измеряемый в мл/кг/мин. Специалисты считают, что МПК в значительной степени определяется врожденными способностями, объемом и характером проделанной тренировочной работы [3, 4].

Норвегия является страной, лыжники которой в течение последних десятилетий добиваются самых высоких результатов на крупнейших международных соревнованиях и по количеству олимпийских медалей на душу населения занимает первое место в мире. В течение

многих десятилетий в Норвежском национальном центре олимпийского спорта сильнейшие спортсмены мира проходят тестирование двигательных возможностей по одной и той же программе, а тренировочные нагрузки сильнейших лыжников регистрируются по одной и той же схеме в течение многих лет [5].

Материалы и методы исследования – анализ результатов научных исследований, посвященных изучению физиологических характеристик, особенностей соревновательной деятельности и тренировочных нагрузок сильнейших зарубежных лыжников по информационным базам данных PubMed и Google Scholar.

Результаты исследования и их обсуждение

В программу Олимпийских игр входят три вида гонок: на средние и длинные дистанции, а также спринт и эстафеты (табл. 1).

Соревнования по лыжным гонкам длятся примерно от трех минут в гонке, называемой «спринтом», до двух часов – в лыжном марафоне (50 км).



Таблица 1

Форматы гонок, стили бега на лыжах и дистанции для мужчин и женщин на Олимпийских зимних играх 2018 года в Пхенчхане [6]

Пол	Дистанция (км)	Формат гонки	Стиль
Мужчины Женщины	15 10	Индивидуальная гонка	Конёк
Мужчины Женщины	30 15	Гонка преследования	Классика/конёк
Мужчины Женщины	50 30	Масс-старт	Классика/конёк
Мужчины Женщины	4 × 10 км 4 × 5 км	Масс-старт эстафета	Классика/конёк
Мужчины Женщины	1,8 1,3	Спринт-квалификация и 3 забега с убыванием	Классика
Мужчины Женщины	6 × 1,8 км 6 × 1,3 км	Командный спринт	Конёк

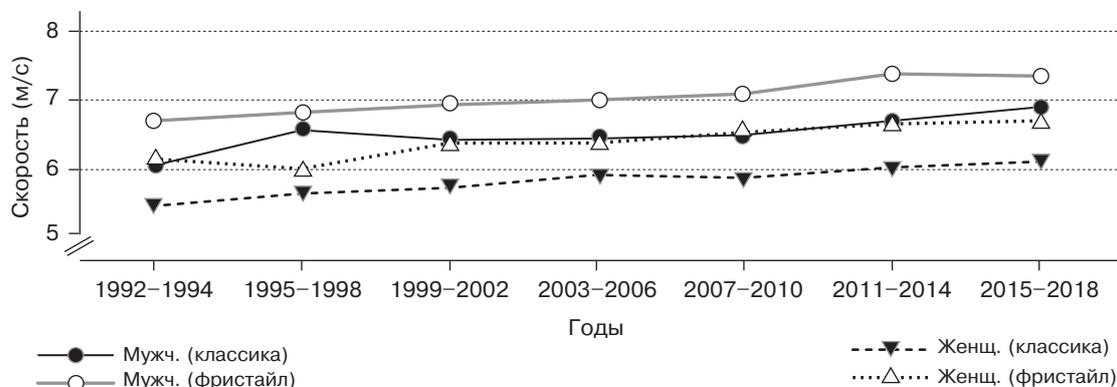


Рис. 1. Изменение средней скорости на дистанции 15 км у мужчин и 10 км у женщин с 1992 по 2018 г. [2]

За период с 1992 по 2018 год средняя скорость соревновательной гонки на дистанциях 10 и 15 км на международных соревнованиях увеличилась примерно на 10% (рис. 1).

По мнению специалистов, это обусловлено повышением качества трасс и спортивного инвентаря. Скорость в спринте примерно на 11–17% выше.

В лыжных гонках применяется классический стиль лыжной техники и свободный стиль с использованием конькового хода. Классический стиль бега на лыжах и свободный стиль включают в себя до пяти различных приемов, помимо тех, которые используются на поворотах и спусках [5]. Та или иная техника применяется в зависимости от характеристик профиля трассы, особенностей скольжения и в соответствии с конкретными требованиями соревновательной борьбы [2].

Уровень энергозатрат во время лыжных гонок по пересеченной местности зависит от нескольких факторов, в том числе от продолжительности гонки, профиля трассы и применяемых техник лыжного хода, а также от переключения на преимущественную работу мышц верхней или нижней частей тела [2].

Кислородный запрос на поддержание средней скорости на дистанции снижается по мере удлинения дистанции (рис. 2). В модельном эксперименте средний за-

прос кислорода при преодолении круга длиной 1560 м за $3:37 \pm 0:20$ м:с составил $112 \pm 8\% VO_{2max}$. Преодоление двух кругов за $7:36 \pm 0:38$ м:с составило $103 \pm 7\% VO_{2max}$. При преодолении четырех кругов за $15:43 \pm 1:26$ м:с кислородный запрос составил $98 \pm 6\% VO_{2max}$ [7].

Этот факт указывает на то, что средняя метаболическая мощность спринтерской гонки составляет примерно $112\% VO_{2max}$. В лыжных гонках на 5-километровой дистанции метаболическая мощность уже ниже – примерно $98\% VO_{2max}$ и эта величина снижается по мере удлинения дистанции.

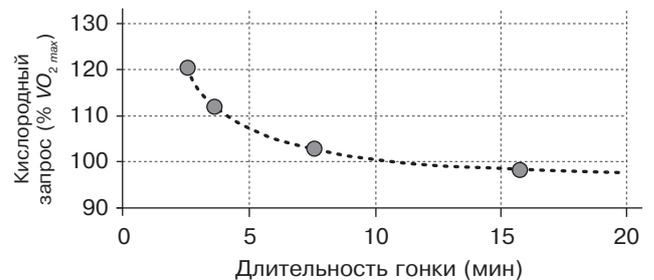


Рис. 2. Кислородный запрос на поддержание средней скорости на дистанции в зависимости от длительности гонки [1]



Таблица 2

Пиковое потребление кислорода ($VO_{2\text{пик.}}$, мл/кг/мин) по отношению к $VO_{2\text{max}}$ для лыжников мирового класса в спринте и лыжных гонках на средние дистанции по равнинной и горной местности с использованием классической техники и конькового хода [3]

Техника	Мужчины		Женщины	
	Спринт	15 км	Спринт	10 км
Подъем – конёк	70–78 (97%)	80–85 (98%)	63–68 (97%)	65–72 (98%)
Равнина – конёк	68–75 (95%)	76–82 (94%)	64–68 (94%)	66–72 (94%)
Подъем – классика «ёлочка»	70–80 (100%)	80–88 (100%)	65–70 (100%)	68–75 (100%)
Равнина – одновременный бесшажный	65–73 (92%)	75–80 (91%)	62–65 (90%)	65–70 (90%)

Средний уровень потребления кислорода на трассе находится в диапазоне 86–87% $VO_{2\text{max}}$. При этом значения пикового потребления O_2 на различных участках трассы и при использовании разных техник лыжного хода будут отличаться (табл. 2).

Соревнования в лыжных гонках проводятся на холмистой местности, участках различной крутизны, продолжительность преодоления которых обычно составляет

10–35 с [1]. В соответствии с правилами соревнований на подъем, спуск и равнину приходится около одной трети дистанции, но на подъем тратится около половины времени. На подъемах лыжники выбирают стратегию темпа с высоким расходом энергии, обычно выше 100% $VO_{2\text{max}}$, но в отдельных случаях, в зависимости от крутизны и длины подъема, этот показатель может достигать 130–160% $VO_{2\text{max}}$ (рис. 3).

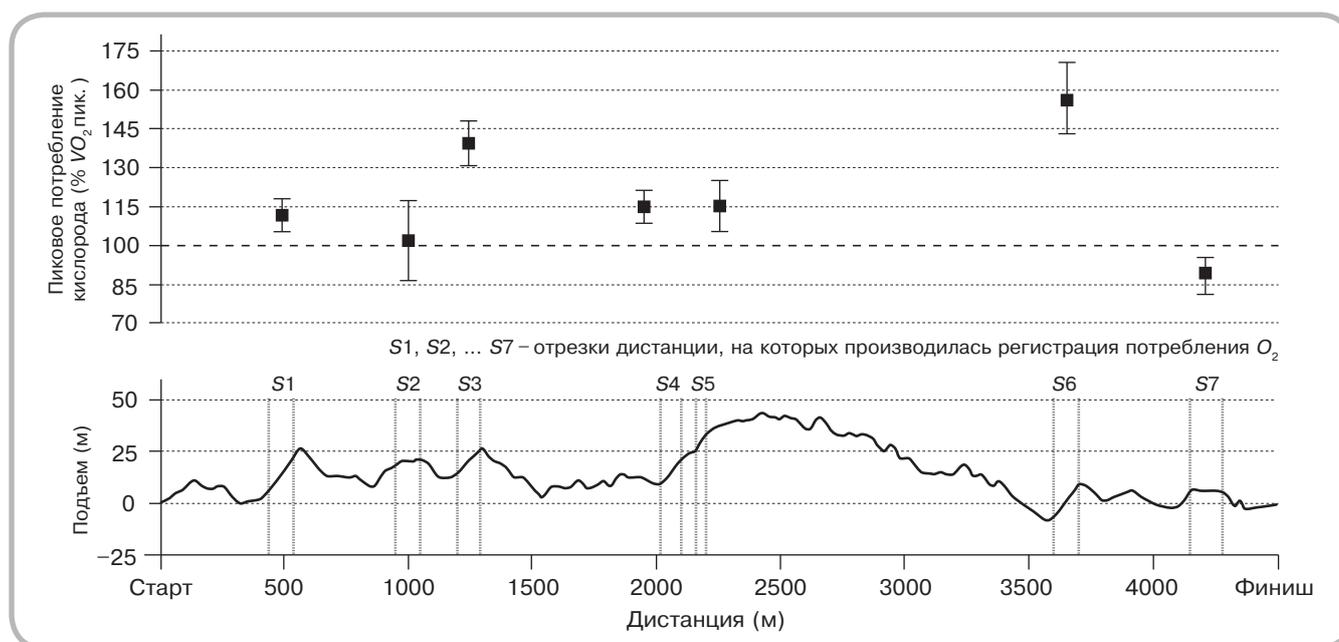


Рис. 3. Кислородный запрос на преодоление различных участков гоночной трассы 15 км у лыжника высокой квалификации [1]

Такой высокий энергетический расход возможен благодаря частичному восстановлению метаболизма на участках спуска [2]. В связи с тем, что на трассах для лыжных гонок более 50% общего времени тратится на подъем, скорость на подъеме считается основным фактором успеха [8]. Было отмечено, что кислородный запрос на преодоление подъема у элитных спортсменов ниже, чем у лыжников национального уровня. По мнению специалистов, это объясняется более высокими значениями $VO_{2\text{max}}$, характеризующими сильнейших спортсменов мира [4]. В среднем вклад аэробного метаболизма в общие энергозатраты во время соревнований по лыжным

гонкам составляет 85–95% на длинных дистанциях и 70–75% в спринте [3].

В 1967 г. компания "Saltin & Åstrand" сообщила о максимальных значениях $VO_{2\text{max}}$ в диапазоне 75–85 мл/мин/кг для мужской сборной Швеции по лыжным гонкам, конькобежцам и биатлонистам, включая нескольких чемпионов мира и Олимпийских игр, как о верхних пределах человеческих возможностей [4].

В 2015 г. группой ученых на основе обследования призеров крупнейших международных соревнований в Норвежском олимпийском тренировочном центре с 1990 по 2013 год были разработаны нормативы физической при-



Таблица 3

Физиологические характеристики сборной Норвегии по лыжным гонкам – призеров Олимпийских игр и чемпионатов мира 1990–2013 гг. [4]

Вид спорта	n	Возраст (лет)	Рост (см)	Масса тела (кг)	VO _{2max} (л/мин)	VO _{2max} (мл/мин/кг)
		M ± SD				
Лыжные гонки (мужч.)	17	28 ± 4	182 ± 6	76 ± 6	6,42 ± 0,64	84,3 ± 5,2
Лыжные гонки (женщ.)	10	28 ± 5	169 ± 4	59 ± 5	4,27 ± 0,30	72,6 ± 5,1
Лыжные гонки, спринт (мужч.)	7	26 ± 4	182 ± 6	81 ± 6	6,27 ± 0,55	77,9 ± 2,9
Лыжные гонки, спринт (женщ.)	5	29 ± 8	168 ± 5	62 ± 5	4,28 ± 0,41	68,6 ± 3,7

годности для завоевания олимпийских медалей в зимних видах спорта (табл. 3).

Лыжники-гонщики мирового класса, специализирующиеся на средних и длинных дистанциях, демонстрируют одни из самых высоких показателей максимальных значений аэробных возможностей среди всех видов спорта. Значения в диапазоне от 80 до 90 мл/кг/мин для мужчин

и от 70 до 76 мл/кг/мин у женщин являются обычными характеристиками элитных лыжников. Лыжники, специализирующиеся на длинных дистанциях, демонстрируют достоверно более высокие показатели VO_{2max}, чем лыжники-спринтеры. Спортсмены-олимпийцы отличаются достоверно более высокими значениями VO_{2max} от лыжников национального уровня.

Таблица 4

Характеристика норвежских лыжников-олимпийцев [3]

Пол	n	Возраст (лет)	Рост (см)	Масса тела (кг)	VO _{2max} (л/мин)	VO _{2max} (мл/мин/кг)
		M ± SD и разброс значений				M ± SD
Мужчины	4	28 ± 1	185 ± 6	77 ± 8	85,1 ± 5,2	6,5 ± 0,9
		26–29	179–190	66–83	81,2–92,5	
Женщины	7	25 ± 4	170 ± 5	61 ± 6	72,9 ± 2,8	4,4 ± 0,4
		20–30	162–176	51–69	69,1–76,6	

Несколько позже были опубликованы обновленные данные для олимпийских чемпионов в лыжных гонках (табл. 4).

Абсолютные значения для мужчин и женщин превышали 6,6 и 4,5 л/мин, а наивысшие относительные значения VO_{2max} зафиксированы на уровне 92,5 и 76,6 мл/кг/мин. У элитных лыжников-гонщиков-мужчин было зарегистрировано, что величина легочной вентиляции при физической нагрузке составляет более 250 л/мин; объем крови – более 9 л; сердечный выброс – более 40 л/мин и ударный объем – более 200 мл. У лыжниц максимальная величина скорости легочной вентиляции определена на уровне 180 л/мин. В дополнение к высокому VO_{2max} у сильнейших лыжников мира развита и способность использовать в ходе гонки высокий процент от МПК. Максимальное потребление кислорода обычно до-

стигается при использовании диагонального хода в гору. При движении по равнине и при использовании других вспомогательных техник пиковое значение потребления кислорода часто на 5–15% ниже. Элитные лыжники пытаются поднять свой VO₂пик до уровня, равного или большего 95% от VO_{2max}, используя все вспомогательные техники, даже ту, которая задействует относительно небольшую мышечную массу [3].

Уникальные аэробные возможности лыжников мирового класса обусловлены врожденными и приобретенными в ходе выполнения большой тренировочной работы способностями.

Современные лыжники-гонщики выполняют в год в среднем около 550 тренировок и участвуют в 30–40 стартах, затрачивая при этом на тренировки и соревнования около 1000 часов (табл. 5).

Таблица 5

Характеристика тренировочной нагрузки элитных лыжников-гонщиков в годичном цикле подготовки [5]

часов	Количество в год			% специфических тренировок
	тренировок	соревнований	интенсивных тренировок	
900–1100	525–575	30–40	100–120	> 60

По этим показателям олимпийцы достоверно превышают лыжников национального уровня [9].

Наибольшее количество тренировочных занятий элитных лыжников-гонщиков направлено на развитие различных аспектов выносливости (табл. 6). Тренировка на выносливость является основным компонентом подготовки

высококвалифицированного лыжника-гонщика. Около 1000 часов ежегодных тренировок лучших лыжников включают примерно 80% тренировок на выносливость низкой интенсивности, 4–5% – средней и 5–8% – высокоинтенсивных тренировок, а также 10% тренировок – на силу и скорость [3].



**Распределение тренировочной и соревновательной нагрузки
(количество стартов, занятий) по направленности воздействия
для лыжника мирового класса, выступающего в спринте и на средней дистанции
(по данным [3], переработано)**

Выносливость					Скорость	Плиометрика	Сила
Старты		НIT	MIT	LIT			
Спринт	Дистанция						
17	31	25	33	283	41	20	49

Примечания:

LIT – тренировка низкой интенсивности: концентрация лактата в крови < 2,5 ммоль/л;

MIT – тренировка умеренной интенсивности: концентрация лактата в крови 2,5–4,0 ммоль/л;

НIT – высокоинтенсивная тренировка: концентрация лактата в крови 4,0–10,0 ммоль/л.

Отдельные элитные лыжники показывают хорошие результаты как в спринте, так и в гонках на длинные дистанции. Другие специализируются на одной из этих дисциплин. В то время как большая часть тренировок лыжников, специализирующихся на дистанции или спринте, аналогична, последние, по-видимому, тренируются немного меньше, с большей скоростью и используют больше силовых тренировок. Во всех случаях бег на лыжероллерах, бег по пересеченной местности и ходьба с палками, а также езда на велосипеде являются преобладающими упражнениями, направленными на развитие аэробных возможностей с мая по октябрь.

Специалисты считают, что тренировки низкой интенсивности создают надежную базу для выполнения более интенсивных тренировочных и соревновательных нагрузок. В то же время интенсивные тренировки в режимах *MIT* и *НIT* считаются тренерами необходимыми для прогресса спортивной результативности [5]. Значительный объем интенсивной нагрузки выполняется в ходе проведения интервальных тренировок, при этом значительный вклад в зону высокой интенсивности вносят и соревновательные гонки.

Заключение

Главной особенностью соревновательной деятельности в олимпийских видах лыжных гонок является то, что профиль трассы состоит примерно на треть из подъемов, на треть из равнинной местности и на треть из спусков. Это приводит к тому, что во время гонок существует значительная разница как в скорости (от 5 до 70 км/ч), так

и в уровне развиваемой спортсменами метаболической мощности (85–160% VO_{2max}) на различных участках трассы.

Для эффективного передвижения по соревновательной трассе лыжнику-гонщику приходится до 30 раз переключаться с одного лыжного хода на другой. Этот хорошо сформированный двигательный навык является важным фактором спортивной результативности.

Спринтерская гонка характеризуется средней величиной развиваемой метаболической мощности на уровне 112% VO_{2max} , гонка на 5 км – 98% VO_{2max} . Эта величина снижается по мере удлинения дистанции.

Сильнейшие лыжники мира характеризуются самыми высокими значениями МПК, который определяет аэробную выносливость. Диапазон пригодности для олимпийских призеров по этому показателю лежит в пределах 80–90 мл/мин/кг для мужчин и 68–76 мл/мин/кг для женщин. Максимальные значения для этого показателя зафиксированы на уровне 92,6 мл/мин/кг – для мужчин и 76,6 мл/мин/кг – для женщин.

Современные лыжники-гонщики выполняют в среднем около 550 тренировок и участвуют в 30–40 стартах в год, затрачивая на тренировки и соревнования около 1000 часов.

Наибольший объем тренировочной нагрузки, направленной на развитие выносливости (около 90%), выполняется в зоне низкой интенсивности. Тренировочные нагрузки высокой интенсивности выполняются преимущественно в ходе интервальных тренировок и в процессе выступления на соревнованиях.

Литература/References

1. Karlsson Ø., Gilgien M., Gløersen Ø.N., Rud B., Losnegard T. Exercise Intensity During Cross-Country Skiing Described by Oxygen Demands in Flat and Uphill Terrain // *Front Physiol.* – 2018 Jul. – No. 9. – P. 846. – doi.org/10.3389/fphys.2018.00846 (date of access: 02.03.2025).

2. Losnegard T. Energy System Contribution during Competitive Cross-Country Skiing // *Eur. J. Appl. Physiol.* –

2019. – No. 119. – Pp. 1675–1690. – doi.org/10.1007/s00421-019-04158-x (date of access: 02.03.2025).

3. Sandbakk Ø., Holmberg H.C. Physiological Capacity and Training Routines of Elite Cross-Country Skiers: Approaching the Upper Limits of Human Endurance // *Int. J. Sports Physiol. Perform.* – 2017. – No. 12 (8). – Pp. 1003–1011. – doi.org/10.1123/ijspp.2016-0749. – Epub 2017 Jan. 17 (date of access: 02.03.2025).



4. Tønnessen E., Haugen T.A., Hem E., Leirstein S., Seiler S. Maximal Aerobic Capacity in the Winter Olympics Endurance Disciplines: Olympic Medal Benchmarks for the Time Period 1990–2013 // *Int. J. Sports Physiol. Perform.* – 2015. – No. 10 (7). – Pp. 835–839. – doi.org/10.1123/ijsp.2014-0431 (date of access: 02.03.2025).
5. Tønnessen E., Sandbakk O., Sandbakk S., Seiler S. & Haugen T. Training Session Models in Endurance Sports: A Norwegian Perspective on Best Practice Recommendations // *Sports Medicine.* – 2024. – No. 54. – Pp. 2935–2953. – doi.org/10.1007/s40279-024-02067-4 (date of access: 02.03.2025).
6. Stöggl T., Pellegrini B., Holmberg H.C. Pacing and Predictors of Performance during Cross-Country Skiing Races: A Systematic Review // *J. Sport Health Sci.* – 2018. – No. 7 (4). – Pp. 381–393. – doi.org/10.1016/j.jshs.2018.09.005 (date of access: 02.03.2025).
7. Gløersen Ø., Viken Å., Lund-Hansen M. et al. The Influence of Race Duration on Oxygen Demand, Uptake and Deficit in Competitive Cross-Country Skiers // *Eur. J. Appl. Physiol.* – 2024. – No. 124. – Pp. 3337–3349. – doi.org/10.1007/s00421-024-05531-1 (date of access: 02.03.2025).
8. Sandbakk O., Losnegard T., Skattebo O., Hegge A.M., Tønnessen E., Kocbach J. Analysis of Classical Time-Trial Performance and Technique-Specific Physiological Determinants in Elite Female Cross-Country Skiers // *Frontiers in Physiology.* – 2016. – No. 7. – Pp. 1–9. – doi.org/10.3389/fphys.2016.00326 (date of access: 02.03.2025).
9. Osborne J.O., Solli G.S., Engseth T.P., Welde B., Morseth B., Noordhof D.A., Sandbakk Ø., Andersson E.P. Annual Volume and Distribution of Physical Training in Norwegian Female Cross-Country Skiers and Biathletes: A Comparison Between Sports, Competition Levels, and Age Categories – The FENDURA Project // *Int. J. Sports Physiol. Perform.* – 2023. – No. 19 (1). – Pp. 19–27. – doi.org/10.1123/ijsp.2023-0067 (date of access: 02.03.2025).

