

ЛИСТОПАД Иван Васильевич, канд. пед. наук, профессор
РОМАНОВ Кирилл Юрьевич, канд. пед. наук, доцент
БАЛАЙ Анатолий Антонович, канд. пед. наук, доцент
ОСТАПЕНКО Галина Александровна, канд. пед. наук, доцент

*Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка,
Минск, Республика Беларусь*

МЕТОДИКА И РЕЗУЛЬТАТЫ ПИКОВОГО ПОТРЕБЛЕНИЯ КИСЛОРОДА ЛЫЖНИЦАМИ И САНОЧНИЦАМИ (ИНВАСПОРТ) ПРИ ПЕРЕДВИЖЕНИИ НА ЛЫЖАХ В СОРЕВНОВАТЕЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ

В статье описывается методика определения пикового потребления кислорода при передвижении на лыжах (т. е. в естественных условиях) и представлены данные о показателях. Впервые определены показатели пикового потребления кислорода у лыжниц и саночниц (инваспорт) при передвижении на лыжах с соревновательной скоростью на Олимпийской трассе в г. Пекине (Китайская Народная Республика (далее – КНР)), 2022 г.

Ключевые слова: пиковое потребление кислорода; лыжницы и саночницы (инваспорт).

METHODOLOGY AND DETERMINATION RESULTS OF PEAK OXYGEN CONSUMPTION BY FEMALE SKIERS AND LUGERS (INVASPORT) WHEN SKIING IN COMPETITIVE CONDITIONS

The article describes the method for determining the peak oxygen consumption when skiing (i. e. in vivo) and provides data on indicators. For the first time, indicators of peak oxygen consumption in female skiers and sledges (invasport) have been determined when skiing at a competitive speed on the Olympic track in Beijing (People's Republic of China (hereinafter referred to as the PRC)), 2022.

Keywords: peak oxygen consumption; female skiers and lugers (invasport).

Введение. Считается, что максимальное потребление кислорода (далее – МПК) – это количество кислорода, которое организм лыжника или биатлониста может потребить в единицу времени (за 1 мин) во время передвижения по соревновательной трассе с максимальной интенсивностью. Регистрируются абсолютные показатели МПК (VO_{2max} , л/мин), находящиеся в прямой зависимости от массы тела спортсмена, а также относительные (VO_{2max} , л/мин/кг), находящиеся в обратной зависимости от массы тела. МПК зависит от кислородтранспортной системы (органы дыхания, кровь, сердечно-сосудистая система) и системы утилизации кислорода, главным образом – мышечной [1–5].

Для определения МПК в лабораторных условиях используются беговая дорожка,

велоэргометр, ручной эргометр, лыжероллерный тредбан. При применении прямого метода испытуемому необходимо выполнить работу «до отказа». Потребление кислорода на пике нагрузки в таком случае и является МПК.

По данным литературных источников у лыжниц-паралимпийцев, показывающих высокие спортивные результаты, в лабораторных условиях зафиксированы показатели МПК 48–50 мл/кг мин, а у саночниц – 32–34 мл/кг мин. Исследования у лыжниц проводились на велоэргометре, а у саночниц – на ручном эргометре [10].

Цель исследования:

Определение пикового потребления кислорода у лыжниц и саночниц (инваспорт) при передвижении на лыжах с со-

ревателю скоростью на Олимпийской трассе в г. Пекине (КНР).

Методы исследования

«Cosmed K5» – это носимое оборудование для метаболического анализа четвертого поколения от «Cosmed», Италия (рисунок 1). При анализе дыхания спортсмена измеряется потребление кислорода, выработка углекислого газа, вентиляция, частота сердечных сокращений (ЧСС) и другие параметры. «Cosmed K5» состоит из фотоэлектрического модуля потока, датчика углекислого газа, датчика кислорода и других модулей, измеряющих миоэлектричество и ЧСС, чтобы полностью понять физиологические параметры спортсмена во время выполнения тренировочных и соревновательных нагрузок, что позволяет обеспечить прочную основу для улучшения базы данных спортивных результатов.



Рисунок 1 – «Cosmed K5»

В «Cosmed K5» используется камера смешивания для сбора небольшой части выдыхаемого воздуха спортсмена с целью последующего введения его в камеру микромешалки. Состав анализируется датчиком кислорода и датчиком углекислого газа. Данные о поглощении кислорода, производстве углекислого газа, вентиляции, дыхательной энтропии и т. д. в сочетании с данными от вспомогательного

оборудования, такого как миоэлектрический модуль и пояс для измерения пульса, предоставляют исследователям объективную информацию об уровне подготовленности атлета на данном этапе подготовки.

Для сбора информации во время исследования также использовалась носимая система анализа и визуализации сбора данных «CACS», состоящая из главного контроллера, переносного датчика положения, датчика подошвенного давления, «GPS» и других компонентов датчика мониторинга окружающей среды (рисунки 2, 3).

Носимый датчик положения тела включает 12 инерциальных измерительных единиц (IMU), которые полностью имитируют положение тела спортсмена при движении. Датчик передает данные (IMU) на контроллер сбора данных с интервалами 10 мс и отображает движение человеческого тела в реальном времени через программное обеспечение 3D главного компьютера.

«GPS» и другие датчики мониторинга окружающей среды используются для мониторинга спортивных состязаний на открытом воздухе. Они измеряют траекторию движения, скорость, температуру окружающей среды, скорость ветра и направление спортсмена, а также предоставляют справочные данные для анализа полученных результатов. Данные отправляются в контроллер сбора данных с интервалом 100 мс, а траектория движения человеческого тела и реальное положение отображаются в реальном времени с помощью картографического программного обеспечения верхнего компьютера, чтобы обеспечить хорошее взаимодействие человека с компьютером.

Кроме того, система хранит и синхронизирует все вышеуказанные данные на «SD»-карте в реальном времени для последующего воспроизведения и анализа данных научным работникам, тренерам и спортсменам.



Рисунок 2 – Система для сбора информации: датчик T2 на поясе и датчик высоты позы S1



Рисунок 3 – БПЛА

Задачи исследования:

1. Определить уровень пикового потребления кислорода у лыжниц и саночниц (инваспорт) при передвижении на лыжах с максимальной скоростью на Олимпийской трассе в г. Пекине (КНР).

2. Выявить необходимый уровень пикового потребления кислорода для достижения высоких спортивных результатов у лыжниц и саночниц (инваспорт).

Организация исследования. Исследования проводились в январе 2022 г. на Олимпийской лыжной трассе в г. Пекине (КНР). В исследовании принимали участие 9 паралимпийцев (3 саночницы и 6 лыжниц) – члены национальной Паралимпийской команды КНР по лыжным гонкам и биатлону. Средний возраст участников – 22,4 года, средний рост – 165,9 см, а средний вес – 53,1 кг.

В паралимпийском спорте общепринято называть «саночницами» спортсменок, передвигающихся сидя на санках, закрепленных на лыжах, в связи с отсутствием одной или двух нижних конечностей. Они классифицируются в классах LW10–LW12. «Лыжницами» считаются спортсменки, не имеющие части руки или ноги (классы LW5–LW8) или обладающие плохим зрением (классы B1–B3).

В паралимпийском спорте 95–97 % спортсменов, занимающихся лыжными гонками, принимают участие и в соревнованиях по биатлону.

Таблица 1 – Рейтинг спортсменов в группе

Группа	Спортсмен, №	Оценки/s	Класс	Поправочный коэффициент	Скорректированные результаты/s	Рейтинг в группе
Лыжница	1	354.33	LW8	0.96	340.16	1
Лыжница	2	383.47	LW5-7	0.90	345.12	2
Лыжница	3	350.43	B3	1.00	350.43	3
Лыжница	4	376.17	LW8	0.96	361.12	4
Лыжница	5	399.15	LW8	0.96	383.18	5
Лыжница	6	384.71	B3	1.00	384.71	6
Саночница	7	372.09	LW10.5	0.87	323.72	1
Саночница	8	405.26	LW12	1.00	405.26	2
Саночница	9	414.29	LW12	1.00	414.29	3

По белорусским нормативам 3 спортсменки имели квалификацию-МСМК, остальные спортсменки квалификацию – МС.

Для получения скорректированного результата время прохождения соревновательной дистанции каждой из спортсменок умножалось на поправочный коэффициент. Скорректированные и ранжированные результаты показаны в таблице 1.

В таблице 2 приводится основная информация о спортсменках.

При прогнозировании спортивных результатов в лыжных гонках и биатлоне показатели МПК (VO_{2max}) имеют важное значение. Поскольку тестирование спортсменок проводилось на лыжных кругах, то считается, что пик потребления кислорода спортсменками (VO_{2peak}) должен иметь лучшую линейную связь с результатом теста. « VO_{2max} » относится к максимальному значению среднего потребления кислорода спортсменом за определенный период времени при определенных условиях тестирования. « VO_{2peak} » – это МПК спортсменом во время теста. Эти два пара-

метра считаются наиболее эффективными параметрами при тестировании в лыжных видах спорта и для прогнозирования спортивных результатов в лыжных гонках и биатлоне [6–9, 11].

Показатели пикового потребления кислорода саночницами приведены в таблице 3.

Из данных, приведенных в таблице 3, видно, что пиковое потребление кислорода не имеет решающего значения при прогнозировании спортивного результата саночниц. Результаты выступлений саночниц на соревнованиях также зависят от уровня развития координационной, общефизической, специальной физической подготовленности верхней части тела и мышц кора.

На основании анализа данных результатов проведенных исследований можно утверждать, что показатели пика потребления кислорода саночниц № 7 и № 8 схожи, но скорость передвижения по трассе соревнований у них совершенно разная. Спортсменка № 8 смогла завоевать на зимних Паралимпийских играх три золотые медали, а спортсменка № 7 – одну бронзовую. Пиковое потребление кислорода № 9 значительно-

Таблица 2 – Основная информация о лыжницах и саночницах (инваспорт)

Спортсмен, №	Пол	Возраст	Рост, см	Вес, кг	Класс	Категория
7	Женский	33	162	48	LW10.5	Саночница
9		21	165	60	LW12	Саночница
8		20	165	50	LW12	Саночница
5		21	165	56	LW8	Лыжница
2		23	168	45.5	LW5-7	Лыжница
1		17	170	54	LW8	Лыжница
4		17	160	51.5	LW8	Лыжница
3		21	168	55	B3	Лыжница
6		19	173	58	B3	Лыжница

Таблица 3 – Показатели пикового потребления кислорода саночницами

Группа	Спортсмен, №	Скорректированные результаты/s	Показатели пикового потребления кислорода/(ml/(min·kg))
Саночница	7	323.72	50.25495364
Саночница	9	414.29	35.21705667
Саночница	8	405.26	50.64577884

Таблица 4 – Информация о тестировании саночницы № 8

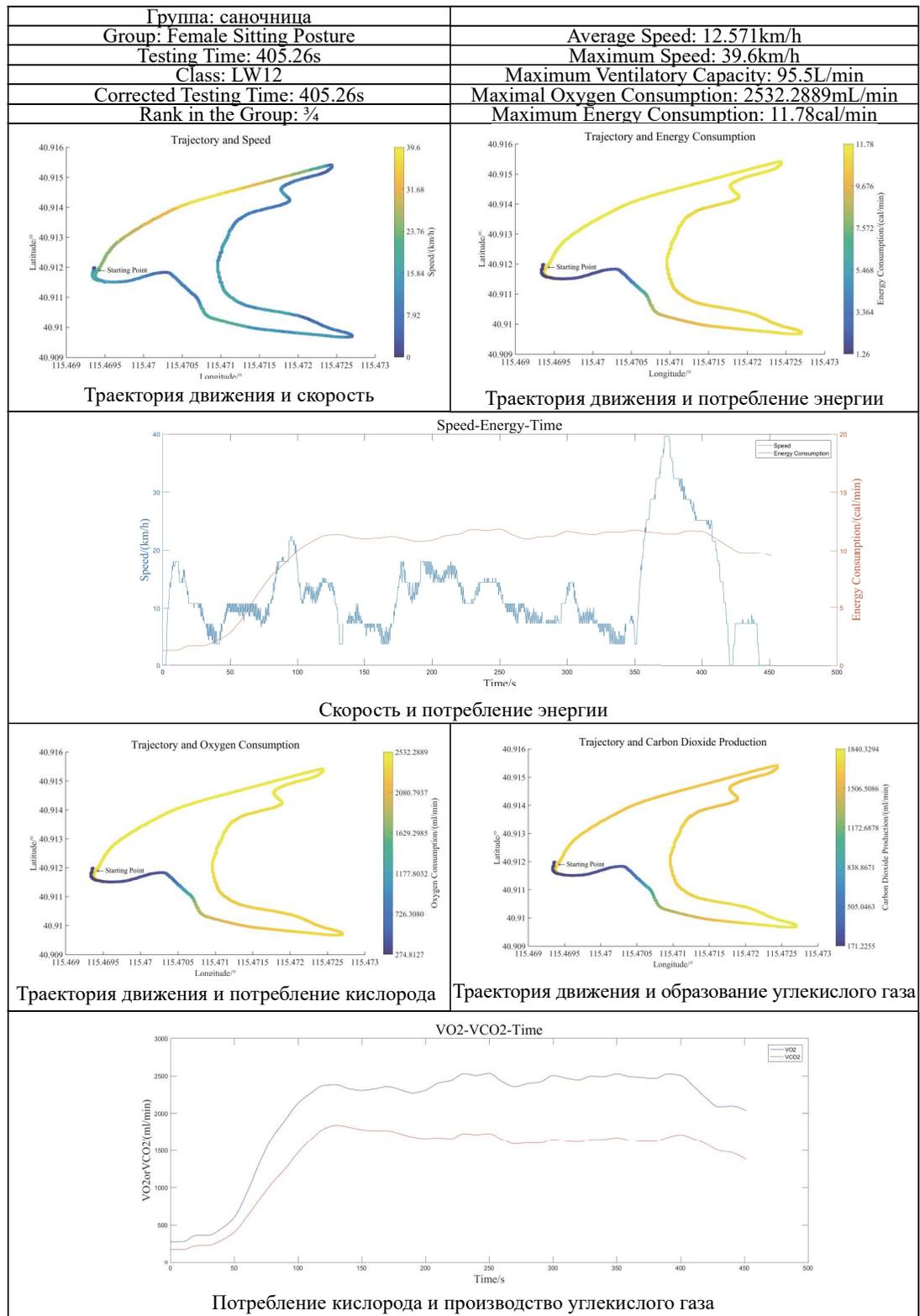


Таблица 5 – Показатели пикового потребления кислорода лыжниц

Группа	Спортсмен, №	Скорректированные результаты/s	Показатели пикового потребления кислорода/(ml/(min·kg))
Лыжница	5	383.18	59.71274802
Лыжница	2	345.12	55.3900026
Лыжница	1	340.16	58.50116344
Лыжница	4	361.12	56.39964694
Лыжница	3	350.43	51.69093969
Лыжница	6	384.71	59.18099873

но ниже, чем у других двух атлетов, но она также смогла завоевать бронзовую медаль.

В таблице 4 приведена и другая информация, полученная при тестировании саночницы № 8.

На основании данных о результатах выступления саночниц на зимних Паралимпийских играх и результатов проведенного тестирования можно утверждать, что для саночниц показатель пикового потребления кислорода 53–56 (ml/(min·kg)) является достаточным для завоевания призовых мест. В связи с тем, что трасса лыжных соревнований для саночниц прокладывается на слабопересеченной местности, то для достижения высоких спортивных результатов им не требуются очень высокие показатели МПК.

Показатели пикового потребления кислорода лыжниц приведены в таблице 5.

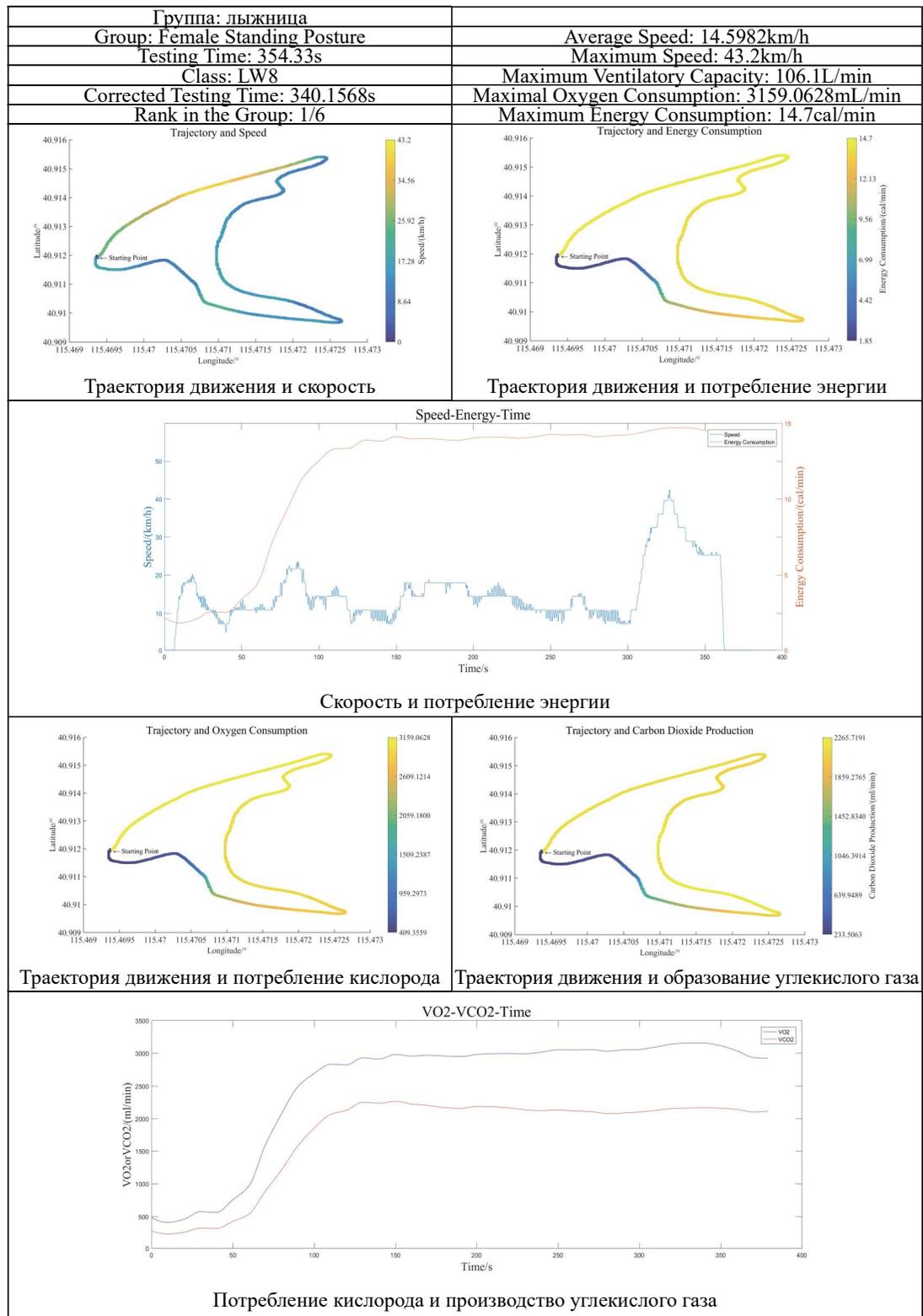
Между показателями пикового потребления кислорода и результатами тестов лыжниц не выявлено высокой линейной корреляции. Это указывает на то, что для лыжниц пиковое потребление кислорода имеет важное значение, но этот показатель нельзя использовать в качестве основного при прогнозировании спортивных результатов. При прогнозировании результатов у лыжниц в соревнованиях по лыжным гонкам и биатлоне следует также учитывать уровень физической, технической и координационной подготовленности каждого спортсмена. Для завоевания медалей на зимних Паралимпийских играх необходимо повысить пиковое потребление кислорода в пределах 59–66 (ml/(min·kg)). Спортсменки № 1 и № 2 завоевали серебряные

и бронзовые медали в соревнованиях по лыжным гонкам и биатлоне. При обладании более высокими показателями пикового потребления кислорода спортсменки № 1 и № 2 смогли бы завоевать более высокие места. Для завоевания золотых медалей на зимних Паралимпийских играх необходимо повысить пиковое потребление кислорода в пределах 68–70 (ml/(min·kg)). Показатели пикового потребления кислорода у тестируемых лыжниц находились на уровне 55–59 (ml/(min·kg)). Это свидетельствует о том, что лыжницам необходимо повысить показатель пикового потребления кислорода до 70 (ml/(min·kg)). Высокий уровень мощности и емкости процессов энергообеспечения не является решающим фактором для достижения высоких спортивных результатов. Рост спортивных результатов также зависит от факторов реализации – подвижности (вработываемость, вариативность деятельности и др.), экономичности и устойчивости. Все эти факторы тесно взаимосвязаны с технической, тактической, физической, психологической подготовленностью лыжниц и совершенствуются вместе с развитием других двигательных качеств.

В таблице 6 приведена информация, полученная при тестировании лыжницы № 1.

На основании данных о результатах выступления лыжниц на зимних Паралимпийских играх и результатов проведенного тестирования можно утверждать, что для лыжниц пиковое потребление кислорода 68–70 (ml/(min·kg)) является достаточным для завоевания медалей выс-

Таблица 6 – Информация о тестировании лыжницы № 1



шей пробы на Чемпионатах Мира и зимних Паралимпийских играх.

После анализа результатов каждому спортсмену были даны рекомендации по улучшению тренировочного процесса, что позволило улучшить физическую, функциональную и техническую подготовленность и повысить спортивные результаты на международных соревнованиях.

Заключение. При проведении исследований с помощью данной методики можно получить информацию об уровне пикового потребления кислорода спортсменками на соревновательных дистанциях. Обладая этой информацией, тренер имеет возможность вносить индивидуальные коррективы в тренировочный процесс спортсменок.

Основываясь на результатах проведенных исследований можно рекомендовать

данную методику для определения пикового потребления кислорода.

Для успешного выступления на международных соревнованиях пиковое потребление кислорода для лыжниц должно находиться в пределах 68–70 (ml/(min·kg)), а для саночниц 53–56 (ml/(min·kg)).

Результаты проведенных исследований в естественных условиях по определению уровня пикового потребления кислорода значительно разнятся с результатами исследований в лабораторных условиях. В связи с вышеизложенным можно утверждать, что объективную информацию по определению уровня пикового потребления кислорода у спортсменок можно получать при использовании предложенной методики.

1. Головачев, А. И. Поиск резервов повышения эффективности выступления на XXIII Олимпийских зимних играх 2018 года в Пхенчхане (Республика Корея) / А. И. Головачев, В. И. Колыхматов, С. В. Широкова // Теория и практика физической культуры. – 2017. – № 2. – С. 11–13.

2. Головачев, А. И. Построение тренировочного процесса высококвалифицированных лыжников-спринтеров на заключительном этапе подготовки к крупнейшим соревнованиям / А. И. Головачев, В. И. Колыхматов, С. В. Широкова // Вестник спортивной науки. – 2017. – № 4. – С. 3–8.

3. Головачев, А. И. Современные методические подходы контроля физической подготовленности в лыжных гонках / А. И. Головачев, В. И. Колыхматов, С. В. Широкова // Вестник спортивной науки. – 2018. – № 2. – С. 10–15.

4. Головачев, А. И. Модельные показатели физической подготовленности лыжниц-гонщиц высокой квалификации при подготовке к XXIV зимним Олимпийским играм 2022 года в Пекине (Китай) / А. И. Головачев, В. И. Колыхматов, С. В. Широкова // Человек. Спорт. Медицина. 2019. – № S2 (19). – С. 81–87.

5. Гурский, А. В. Педагогические технологии формирования структуры движений и сопряженного развития физических качеств лыжников-гонщиков / А. В. Гурский, В. С. Шевцов // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2014. – № 7 (113). – С. 58–63.

6. Карпман, В. Л. Исследование физической работоспособности у спортсменов / В. Л. Карпман, З. Б. Белоцерковский, И. А. Гудков [и др.] // Кардиогемодинамика и физическая работоспособность у спортсменов. – М., 2012. – С. 48–49.

7. Karpman, V. L. Research of physical working capacity in athletes / V. L. Karpman, Z. B. Belotserkovskiy, I. A. Gudkov [et al.] // Cardiohemodynamics and physical performance in athletes. – М., 2012. – P. 48–49.

8. Ландырь, А. П. Анализ значений частоты сердечных сокращений у спортсменов при тренировочной нагрузке в микроцикле (лекция) / А. П. Ландырь, О. Б. Добровольский, О. А. Султанова [и др.] // Спортивная медицина: наука и практика. 2015. – № 1. – С. 31–35.

9. Landyry', A. P. The analysis of heart rate in athletes at a training in a microcycle (lecture) / A. P. Landyry', O. B. Dobrovolskiy, O. A. Sultanova [et al.] // Sportivnaya meditsina: nauka i praktika. – 2015. – № 1. – P. 31–35.

10. Пастухова, И. В. Сравнительный анализ показателей работоспособности лыжников-гонщиков с поражением опорно-двигательного аппарата в многолетнем периоде наблюдений / И. В. Пастухова, Л. В. Сафонов, Е. В. Машковский. – Авиакосмическая и экологическая медицина. – 2018. – Т. 52. – № 2. – с. 71–75.

11. Фарфель, В. С. Управление движениями в спорте / В. С. Фарфель. – 2-е изд. стереотип. – М.: Советский спорт. – 2011. – 202 с.

Поступила в редакцию: 21.12.2023