

**ЛИСТОПАД Иван Викторович, канд. пед. наук, профессор**

**РОМАНОВ Кирилл Юрьевич, канд. пед. наук, доцент**

**БАЛАЙ Анатолий Антонович, канд. пед. наук**

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

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ СКОРОСТИ ПЕРЕДВИЖЕНИЯ ЛЫЖНИЦ-ГОНЩИЦ (ИНВАСПОРТ) НА РАЗЛИЧНЫХ УЧАСТКАХ СОРЕВНОВАТЕЛЬНОЙ ДИСТАНЦИИ**

В статье представлены результаты исследований о времени, затраченном лыжницами (инваспорт) на прохождение разных участков соревновательной дистанции. Определен процент времени, затраченного спортсменками при передвижении по соревновательной дистанции с максимальной скоростью на разных участках дистанции. Данные исследования проводились впервые.

**Ключевые слова:** скорость передвижения; процент времени; лыжник-паралимпиец.

## **DETECTION OF MOVEMENT SPEED OF FEMALE CROSS-COUNTRY SKIERS (PARA SPORT) AT VARIOUS SECTIONS OF COMPETITIVE DISTANCES**

The article presents the results of research on the time spent by female skiers (Para sport) on the covering of various sections of the competitive distance (flat sections, ascents, descents and turns). The percentage of time spent by athletes when moving along the competitive distance at maximum speed in various sections has been determined. Such studies have been conducted for the first time.

**Keywords:** movement velocity; percentage of time; Paralympic skier.

**Введение.** Большое влияние на спортивный результат оказывает скорость передвижения лыжниц по трассе соревнований. Во время участия в соревнованиях спортсменки преодолевают разные участки дистанции с неодинаковой скоростью. Для коррекции тренировочного процесса с целью улучшения спортивных результатов тренерам необходимо иметь информацию о времени преодоления спортсменками разных участков соревновательной дистанции [1–8].

**Цель исследования** – экспериментально доказать возможность определения скорости передвижения спортсменок при передвижении на лыжах на разных участках дистанции.

**Методы исследования.** «GPS» и другие датчики для измерения траектории движения, скорости передвижения спортсменок по лыжной трассе; «CACS» – система анализа и визуализации сбора данных во время передвижения спортсменок по лыжной трассе.

В исследованиях использовалась система «CACS».

«CACS» – это носимая система анализа и визуализации сбора данных во время передвижения лыжниц по лыжной трассе, которая собирает в реальном времени трехмерную позу, траекторию движения и другие данные о спортсмене, сохраняет в реальном времени, визуализирует и анализирует воспроизведение.

Система состоит из главного контроллера, переносного датчика положения, «GPS».

Носимый датчик ориентации использует ускорение и гироскоп для количественного получения сигнала ускорения движения человека и сигнала угловой скорости относительно навигационной системы координат, а также вычисления кватерниона инерциального измерительного блока для определения положения движения человека. Носимый датчик положения тела включает 12 инерциальных измерительных единиц (IMU), которые полностью имитируют положение тела человека 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 для достижения хорошего взаимодействия исследователя с компьютером.

«GPS» и другие датчики измеряют траекторию движения, скорость, температуру окружающей среды, скорость ветра. Полученные показатели отправляются в контроллер сбора данных с интервалом 100 мс, а траектория движения тела лыжника-гонщика отображается в реальном времени с помощью картографического программного обеспечения верхнего компьютера, чтобы обеспечить хорошее взаимодействие исследователя с компьютером.

Кроме того, система хранит тестируемые данные на SD-карте в реальном времени для последующего анализа и воспроизведения данных.

На рисунке 1 показана система для сбора информации во время исследований.

**Задачи исследования:**

1. Определить время преодоления спортсменками разных участков дистанции на Олимпийской трассе в Пекине (Китай) (2022 г).

2. Выявить слабые и сильные стороны подготовленности спортсменок при про-

хождении на лыжах на разных участках соревновательной дистанции и подготовить рекомендации по индивидуализации тренировочного процесса спортсменок.

**Организация исследования.** Исследования проводились два раза. Первое в январе 2021 г., а второе – в январе 2022 г. на Олимпийской лыжной трассе в Пекине. В исследовании принимали участие 9 женщин-паралимпийцев (3 саночницы и 6 лыжниц) – члены национальной паралимпийской команды Китая по лыжным гонкам и биатлону. В паралимпийском спорте общепринято называть «саночница» спортсменок, передвигающихся сидя на санках, закрепленных на лыжах, в связи с отсутствием одной или двух нижних конечностей. В статье 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.

Средний возраст – 22,4 года, средний рост – 165,9 см, а средний вес – 53,1 кг.

По белорусской квалификации 3 спортсменки имели квалификацию МСМК



a) sensor T2



b) sensor S1



Рисунок 1. – Система для сбора информации во время исследований

Таблица 1. – Основная информация о лыжницах (инваспорт)

ФИО	Пол	Возраст	Рост, см	Вес, кг	Класс	Категория
Ма Ц.	Женский	33	162	48	LW10.5	Саночница
Ван Ш.	Женский	21	165	60	LW12	Саночница
Шань И.	Женский	20	165	50	LW12	Саночница
Хуанг Б.	Женский	21	165	56	LW8	Лыжница
Чжао Ч.	Женский	23	168	45.5	LW5–7	Лыжница
Го Ю.	Женский	17	170	54	LW8	Лыжница
Ван Р.	Женский	17	160	51.5	LW8	Лыжница
Ван Ю.	Женский	21	168	55	B3	Лыжница
Ян Ц.	Женский	19	173	58	B3	Лыжница

и 6 спортсменок – квалификация МС.

В таблице 1 приводится основная информация о лыжницах.

**Результаты и обсуждение.** Результаты исследования в 2021 г. являлись ориентиром для внесения корректив в методику дальнейшей подготовки спортсменок, соревнующихся в соревнованиях по лыжным гонкам и биатлону.

На рисунке 2 показана схема Олимпийской лыжной трассы в Пекине, на которой проводились исследования. «Расстояние E–W» и «Расстояние N–S» представляют собой расстояния в направлениях восток-запад и юг-север соответственно, а «Altitude» представляет высоту. Разные цвета на траектории обозначают разную местность: красный – подъем, синий – плоские или слегка волнистые склоны, желтый – спуск. На рисунке 2 видно, что после старта спортсмены по очереди проходят спуск, подъем, пологий уклон, подъем, пологий уклон, подъем и спуск, после этого трасса заканчивается.

В результате анализа скорости спортсменов при передвижении на лыжах на различных участках лыжной трассы и другие данные на соревнованиях по лыжным гонкам и биатлону, сравнения полученных данных у испытуемых лыжниц с показателями лучших спортсменов, вносились рекомендации для улучшения спортивных результатов.

Во время проведения исследования мы получали информацию о скорости передвижения лыжниц на разных участках дистанции, а затем в тренировочный процесс вносились коррективы по улучшению физической и технической подготовленности.

Группа саночниц состояла из 3 спортсменов.

В таблице 2 приводятся данные о времени прохождения ими разных участков соревновательной дистанции.

Среднее время прохождения соревновательной дистанции в 2022 г. исследований на равнинной местности, подъемах и спусках составило 122,39 с, 194,41 с и 64,24 с соответственно. Из данных таблицы видно, что спортивно-технические результаты в 2022 г. значительно улучшились. На это также указывает отмеченная

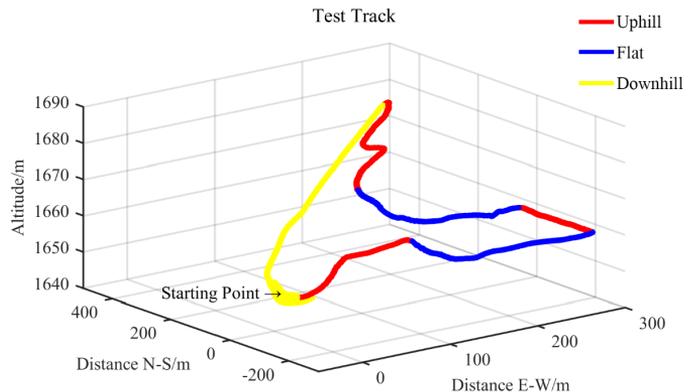


Рисунок 2. – Трехмерная карта полигона

Таблица 2. – Время прохождения саночниками разных участков соревновательной дистанции

Категория	ФИО	Время прохождения дистанции, с		Время прохождения равнинной части, с		Время прохождения подъемов, с		Время прохождения спусков, с		Достоверность различий, P
		2021 г.	2022 г.	2021 г.	2022 г.	2021 г.	2022 г.	2021 г.	2022 г.	
Саночница	Ма Ц.	368.15	323.72	121.02	107.42	179.97	160.27	67.16	56.03	P<0,05
Саночница	Ван Ш.	463.67	414.29	138.36	122.24	240.15	221.34	85.16	70.71	P<0,05
Саночница	Шань И.	460.06	405.26	151.36	137.50	229.23	201.62	79.47	66.14	P<0,05

достоверность различий между результатами, показанными спортсменками в 2021 г. и в 2022 г. (P<0,05).

Из данных о результатах исследований в 2022 г. видно, что показатели скорости передвижения на трех участках дистанции у саночниц были самыми высокими у Ма Ц.. Высокая скорость передвижения по дистанции соревнований позволила ей завоевать 3 золотые медали на зимних Паралимпийских играх в Пекине (Китай) в 2022 году. Достаточно высокая скорость передвижения наблюдалась у Шань И., что ознаменовалось завоеванием двух серебряных медалей. При увеличении скорости передвижения лыжницы на подъемах и равнинной части она смогла бы значительно улучшить спортивные результаты. Ван Ш. рекомендовано значительно увеличить скорость передвижения при прохождении подъемов и равнинных участков трассы. Но, даже при таком уровне подготовленности, она смогла завоевать бронзовую медаль.

Группа лыжниц-гонщиц состояла из 6 спортсменок.

Данные о времени прохождения лыжницами разных участков соревновательной дистанции представлены в таблице 3.

Среднее время прохождения разных участков дистанции в 2022 г. в группе составило 126,49 с, 173,34 с и 60,96 с соответственно. Выявлена достоверность различий (P<0,05) между показателями результатов 2021 г. и 2022 г. исследований, что указывает на эффективность методики тренировки на втором этапе подготовки. Из данных таблицы видно, что Чжао Ч., Го Ю. и Ван Ю. имеют лучшие результаты в группе. Чжао Ч. рекомендовали увеличить скорость прохождения подъемов. Скорость передвижения по дистанции соревнований достаточно высокая у Ван Ю.. Для улучшения спортивных результатов ей необходимо увеличить скорость прохождения равнинных участков и спусков. Чжао Ч. смогла завоевать на зимних Паралимпийских играх в Пекине в 2022 году две золотые медали. Несмотря на недостатки, выявленные у Гуо Ю., она показывала более высокую скорость передвижения на соревнованиях, чем Чжао Ч.

Таблица 3. – Время прохождения лыжницами (инваспорт) разных участков соревновательной дистанции

Категория	ФИО	Время прохождения дистанции, с		Время прохождения равнинной части, с		Время прохождения подъемов, с		Время прохождения спусков, с		Достоверность различий, P
		2021 г.	2022 г.	2021 г.	2022 г.	2021 г.	2022 г.	2021 г.	2022 г.	
Лыжница	Хуанг Б.	407.61	383.18	136.18	129.23	201.46	189.71	69.97	64.25	P<0,05
Лыжница	Чжао Ч.	376.76	345.12	131.56	118.21	178.94	169.89	66.26	57.03	P<0,05
Лыжница	Го Ю.	374.6	340.16	135.23	121.21	170.78	159.87	68.59	59.07	P<0,05
Лыжница	Ван Р.	384.92	361.12	138.12	129.31	179.67	170.32	67.13	61.49	P<0,05
Лыжница	Ван Ю.	381.44	350.43	137.49	125.75	171.38	160.42	72.57	64.27	P<0,05
Лыжница	Ян Ц.	416.82	384.71	146.32	135.22	201.13	189.82	69.37	59.67	P<0,05

и завоевала золотую медаль в биатлоне. Гуо Ю. рекомендовано увеличить скорость прохождения равнинных участков и спусков. Хуанг Б. имеет большой потенциал для улучшения скорости преодоления подъемов и спусков, в то время как Ян Ц. должна увеличить скорость прохождения равнинных участков и подъемов.

В таблице 4 приводятся данные о времени, затраченном саночницами (инваспорт) на прохождение разных участков дистанции (в % от времени прохождения всей дистанции).

Из данных таблицы видно, что у Ма Ц. выявлен хороший показатель времени прохождения равнинной части дистанции и подъемов, а на прохождение спусков лыжница тратит больше времени, чем другие соперницы. Ей рекомендовано в тренировочном процессе уделить больше внимания скорости прохождения равнинных участков и спусков.

Проведя регрессионный анализ данных о результатах соревнований и процента

затраченного времени при преодолении подъемов выясняется, что коэффициент корреляции между ними составляет 0,6, что свидетельствует о том, что чем меньше времени тратится на преодоление подъемов, тем более высокие результаты показывают спортсмены.

В таблице 5 приводятся данные о времени, затраченном лыжницами (инваспорт) на прохождение разных участков дистанции (в % от времени прохождения всей дистанции).

Из данных таблицы 5 видно, что Го Ю. и Чжао Ч. быстрее всех преодолевали дистанцию соревнований. У них выявлен хороший показатель времени прохождения разных участков дистанции. Спортсменкам рекомендовано увеличить скорость преодоления на подъемах. Проведя регрессионный анализ данных о результатах соревнований и процента времени, затраченного на преодоление подъемов, выясняется, что коэффициент корреляции между ними составляет 0,5,

Таблица 4. – Процент времени, затраченного саночницами на разных участках соревновательной дистанции

Категория	ФИО	Время прохождения дистанции, с	Процент времени, затраченного на прохождение равнинной части, %	Процент времени, затраченного на прохождение подъемов, %	Процент времени, затраченного на прохождение спусков, %
Саночница	Ма Ц.	323.72	33.18	49.51	17.31
Саночница	Ван Ш.	414.29	29.51	53.43	17.07
Саночница	Шань И.	405.26	33.93	49.75	16.32

Таблица 5. – Процент времени, затраченного лыжницами (инваспорт) на прохождение разных участков дистанции

Категория	ФИО	Время прохождения дистанции, с	Процент времени, затраченного на прохождение равнинной части, %	Процент времени, затраченного на прохождение подъемов, %	Процент времени, затраченного на прохождение спусков, %
Лыжница	Хуанг Б.	383.18	33.72	49.51	16.77
Лыжница	Чжао Ч.	345.12	34.25	49.23	16.52
Лыжница	Го Ю.	340.16	35.63	47.00	17.37
Лыжница	Ван Р.	361.12	35.81	47.16	17.03
Лыжница	Ван Ю.	350.43	35.88	45.78	18.34
Лыжница	Ян Ц.	384.71	35.15	49.34	15.51

что свидетельствует о том, что от скорости преодоления подъемов во многом зависит успешность выступления на соревнованиях.

На Олимпийской лыжной трассе присутствовали крутые повороты с углом поворота более  $90^\circ$ , как показано на рисунке 3.

На основе данных координат, предоставленных системой GPS в SACS, фиксировались три точки поворота, за 10 м до входа в поворот и 10 м после выхода из поворота используются в качестве времени для всей кривой. Кривая 3 представляет собой непрерывный поворот, поэтому 10 м до первого поворота налево и 10 м после второго поворота направо использовался в качестве времени для всей кривой.

В таблице 6 приводятся данные о времени, затраченном каждой из 3 саночниц на прохождение поворотов.

Среднее время, затраченное на прохождение 2-го, 3-го, 4-го поворотов, составляет 12,38 с, 32,67 с и 18,62 с соответственно.

Ван Ш. быстрее всех проходит все повороты, и ее исполнение можно использовать в качестве эталона для саночников. Ма Ц. рекомендовалось повысить скорость прохождения поворотов, что будет способствовать улучшению спортивных результатов.

В таблице 7 приводятся данные о времени, затраченном каждой из 6 лыжниц на прохождение поворотов.

Среднее время прохождения 2-го, 3-го, 4-го поворотов составляет 10,16 с, 29,29 с и 12,85 с соответственно. Анализ результатов тестирования выявил высокую достоверность различий ( $P < 0,05$ ) между показателями

первого и второго этапа исследований у всех спортсменов. Улучшению исследуемых показателей способствовала индивидуализация тренировочного процесса и проведение тренировочных занятий в подготовительный период на горнолыжном склоне и в лыжном тоннеле.

Чжао Ч. показывала высокую скорость прохождения второго и четвертого поворотов. Гуо Ю. и Ван Ю., показывала высокие схожие результаты при прохождении поворотов, особенно 3-го и 4-го в процессе подъема. Навыки прохождения поворотов Хуанг Б., Ян Ц. и Ван Р. нуждались в улучшении.

Спортивно-технические результаты прохождения поворотов Го Ю. и Ван Ю. являлись ориентиром для улучшения показателей у других спортсменов. Поскольку спортивные результаты зависят в том числе и от времени прохождения поворотов, т. е., чем быстрее лыжница преодолевает повороты на дистанции, то при всех остальных равных показателях результат у нее будет лучшим. В связи с этим при планировании тренировочного процесса качеству прохождения поворотов уделялось большое внимание.

**Заключение.** При проведении исследований с помощью данной методики можно получить информацию о скорости передвижения спортсменов на

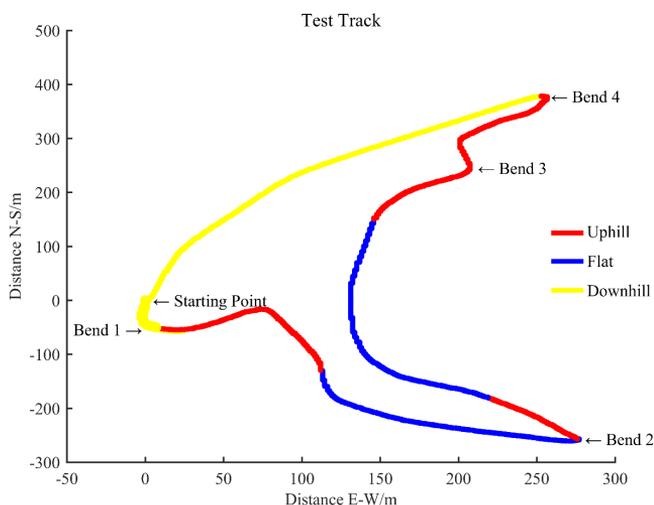


Рисунок 3. – Схема поворотов на лыжной трассе

Таблица 6. – Время, затраченное саночниками на прохождение поворотов

Категория	ФИО	Время прохождения дистанции, с		Время, затраченное на прохождение 2-го поворота, с		Время, затраченное на прохождение 3-го поворота, с		Время, затраченное на прохождение 4-го поворота, с		Достоверность различий, р
		2021 г.	2022 г.	2021 г.	2022 г.	2021 г.	2022 г.	2021 г.	2022 г.	
Саночница	Ма Ц.	78.81	66.78	16.45	13.42	38.94	34.54	23.42	18.82	P< 0,05
Саночница	Ван Ш.	73.55	60.54	14.89	11.20	36.79	31.43	21.87	17.91	P< 0,05
Саночница	Шань И.	78.45	63.66	17.13	12.51	37.35	32.03	23.97	19.12	P< 0,05

Таблица 7. – Время, затраченное лыжниками (инваспорт) на прохождение поворотов

Категория	ФИО	Время прохождения дистанции, с		Время, затраченное на прохождение 2-го поворота, с		Время, затраченное на прохождение 3-го поворота, с		Время, затраченное на прохождение 4-го поворота, с		Достоверность различий, р
		2021 г.	2022 г.	2021 г.	2022 г.	2021 г.	2022 г.	2021 г.	2022 г.	
Лыжница	Хуанг Б.	66.24	55.34	14.35	11.11	34.36	29.72	17.53	14.51	P< 0,05
Лыжница	Чжао Ч.	65.69	55.06	12.59	9.62	36.12	31.93	16.98	13.51	P< 0,05
Лыжница	Го Ю.	57.94	48.04	12.10	9.61	31.59	27.32	14.25	11.11	P< 0,05
Лыжница	Ван Р.	66.83	54.64	15.21	11.10	34.76	30.03	16.86	13.51	P< 0,05
Лыжница	Ван Ю.	58.74	47.15	11.89	8.91	31.87	27.12	14.98	11.22	P< 0,05
Лыжница	Ян Ц.	65.17	53.44	14.34	10.61	33.12	29.62	17.71	13.21	P< 0,05

различных участках соревновательной дистанции. Далее имеется возможность внесения коррекции индивидуального плана тренировочных нагрузок как по общефизической, так и по специализи-

рованной подготовке. Основываясь на результатах проведенных исследований, можно рекомендовать данную методику для определения скорости передвижения на различных участках трассы.

1. 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. – № 2 (19). – С. 81–87.

2. 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.

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

4. 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.

5. Гурский, А. В. Педагогические технологии формирования структуры движений и сопряженно-го 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. Раменская, Т. И. Специальная подготовка лыжника : учеб. книга / Т. И. Раменская. – М. : СпортАкадемПресс, 2001. – 228 с.

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

8. Шишкина, А. В. Лыжные гонки XXI века: специальная физическая подготовка квалифицированных лыжников-гонщиков / А. В. Шишкина. – Екатеринбург : УГТУ-УПИ, 2008. – 347 с.

Статья поступила в редакцию 18.09.2023

39