

Учреждение образования
«Белорусский государственный университет физической культуры»

Объект авторского права
УДК 796.92

Дорожко
Александр Сергеевич

КОНТРОЛЬ ТЕХНИКИ ЛЫЖНЫХ ПЕРЕДВИЖЕНИЙ
СПОРТСМЕНОВ В УСЛОВИЯХ ИСКУССТВЕННОЙ
УПРАВЛЯЮЩЕЙ СРЕДЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
БЕСПРОВОДНЫХ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ
СИСТЕМ

**Автореферат диссертации на соискание ученой степени
кандидата педагогических наук**

**по специальности 05.11.19 – методы и средства технического обеспечения
физической культуры и спорта**

Минск, 2023

Научная работа выполнена в Белорусском национальном техническом университете

Научный руководитель: **Васюк Валерий Евстафьевич**, кандидат педагогических наук, доцент, заведующий кафедрой спортивной инженерии Белорусского национального технического университета

Официальные оппоненты: **Сотский Николай Борисович**, доктор педагогических наук, профессор, заведующий кафедрой биомеханики учреждения образования «Белорусский государственный университет физической культуры»
Загревский Валерий Иннокентьевич, доктор педагогических наук, профессор кафедры теории и методики физического воспитания учреждения образования «Могилевский государственный университет имени А.А. Кулешова»


Оппонирующая организация: учреждение образования «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка»

Защита состоится «12» апреля 2023 года в 14.00 на заседании совета по защите диссертаций К 23.01.01 при учреждении образования «Белорусский государственный университет физической культуры» по адресу: 220020, г. Минск, пр. Победителей, 105, e-mail: nir@sportedu.by, тел. 307-67-45.

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке учреждения образования «Белорусский государственный университет физической культуры».

Автореферат разослан «10» марта 2023 г.

Ученый секретарь
совета по защите диссертаций,
канд. пед. наук, доцент



О.А. Гусарова

Введение

На современном этапе развития лыжных видов спорта совершенствование технической подготовленности спортсменов за счет повышения производительности, экономичности, рациональности и стабильности техники выполнения соревновательного упражнения, является одним из основных путей улучшения спортивных результатов (Гурский, 2015; Мякинченко с соавт., 2016; Новикова с соавт., 2017; Andersson, 2016; Hebert-Losier et al., 2017; Ohtonen, 2019; Sandbakk et al., 2013; Zoppirolli et al., 2020).

Основой выполнения процедур контроля техники лыжных передвижений (далее – ЛП) является анализ динамики показателей ключевых и наиболее информативных биомеханических параметров в предшествующем и текущем времени, разработка индивидуализированных биомеханических моделей и прогнозирование их изменений в перспективе (Гардагина, 2013; Платонов, 2004). Однако вопрос исследования ведущих характеристик лыжных локомоций для управления специальной подготовкой лыжников-гонщиков на этапах годичного цикла тренировки относится к числу наиболее важных и, в то же время, слабо изученных (Ермаков, 2017). Зачастую контроль технического мастерства спортсменов-лыжников осуществляется с использованием видеосъемки и метода экспертных оценок, имеющих низкую объективность и ограниченно малое число контролируемых параметров. В то же время техника лыжного бега может быть описана математически и подлежит количественной оценке. Для решения данной задачи необходимо использование специального измерительного оборудования для регистрации кинематических и динамических параметров ЛП спортсменов в специальных тестах, условия выполнения которых будут стандартными и воспроизводимыми.

Можно констатировать, что повышение эффективности процесса технической подготовки лыжников-гонщиков сдерживается отсутствием разработок, связанных с применением инновационных средств и методов контроля техники ЛП на основе количественной оценки кинематических и динамических параметров движений. Разрешение данного противоречия видится в поиске способов регистрации информативных показателей кинематических и динамических параметров ЛП спортсменов с использованием беспроводных информационно-измерительных систем (далее – БИИС) при выполнении контрольных упражнений в специально организованных условиях искусственной управляющей среды (далее – ИУС), в качестве которой возможно использование устройств-тредбанов, работающих по принципу беговой дорожки и адаптированных для передвижения по ним на лыжероллерах.

Общая характеристика работы

Связь работы с научными программами (проектами), темами

Диссертационная работа выполнялась в рамках: задания Государственной программы развития физической культуры и спорта в Республике Беларусь на 2016–2020 годы «Разработать и внедрить методику комплексного анализа биомеханических и физиологических параметров, отражающих состояние специальной физической подготовленности высококвалифицированных биатлонистов» (№ ГР 20181318); плана научно-исследовательской работы Белорусского национального технического университета на 2021–2025 гг. по теме 21-289 «Разработка методик применения мобильных аппаратно-программных средств в научно-методическом обеспечении подготовки спортсменов».

Цель, задачи, объект и предмет исследования

Цель исследования – теоретико-экспериментальное обоснование средств и методов контроля техники лыжных передвижений спортсменов в условиях искусственной управляющей среды на основе применения беспроводных информационно-измерительных систем.

Задачи исследования:

1. Выявить кинематические и динамические параметры для построения индивидуального биомеханического профиля техники лыжных передвижений спортсменов.

2. Разработать алгоритм оценки кинематических и динамических параметров, формирующих индивидуальный биомеханический профиль техники лыжных передвижений спортсменов в условиях искусственной управляющей среды.

3. Разработать и экспериментально апробировать методику применения беспроводных информационно-измерительных систем для контроля техники лыжных передвижений спортсменов в условиях искусственной управляющей среды.

Объект исследования – техника лыжных передвижений спортсменов в условиях искусственной управляющей среды.

Предмет исследования – средства и методы контроля техники лыжных передвижений спортсменов.

Научная новизна

заключается в том, что впервые:

представлен новый подход к анализу кинематических и динамических параметров техники лыжных передвижений спортсменов с отображением зарегистрированных показателей в индивидуальном биомеханическом профиле;

определены кинематические и динамические параметры, характеризующие производительность, экономичность и рациональность лыжных передвижений спортсменов при выполнении стандартизированных тестовых заданий в условиях искусственной управляющей среды;

разработан алгоритм оценки кинематических и динамических параметров, составляющих индивидуальный биомеханический профиль техники лыжных

передвижений спортсменов при выполнении стандартизированных тестовых заданий в условиях искусственной управляющей среды;

предложен способ педагогического контроля технической подготовленности лыжников-гонщиков на основе количественной оценки параметров техники лыжных передвижений с визуализацией динамики результатов в индивидуальном биомеханическом профиле спортсмена;

разработана и экспериментально апробирована методика применения беспроводных информационно-измерительных систем для контроля техники лыжных передвижений спортсменов в условиях искусственной управляющей среды.

Положения, выносимые на защиту

1. При контроле техники лыжных передвижений спортсменов целесообразно представлять данные в виде индивидуального биомеханического профиля, содержащего кинематические и динамические параметры, характеризующие технику движений с различных сторон.

Производительность техники отражают максимальная пропульсивная сила отталкивания по отношению к массе системы «спортсмен-инвентарь», коэффициент реактивности пропульсивной силы, максимальное результирующее внутрицикловое ускорение общего центра масс спортсмена, импульс пропульсивной силы, относительная пропульсивная механическая мощность отталкивания.

Экономичность техники отражают амплитуда поперечных колебаний общего центра масс спортсмена, коэффициент пропульсивной эффективности и коэффициент механической экономичности.

Рациональность техники отражают гармоничность хода, относительная продолжительность отталкивания, коэффициент симметричности по величине пропульсивной силы между латеральными конечностями, длина цикла.

2. Разработанный алгоритм оценки кинематических и динамических параметров, формирующий индивидуальный биомеханический профиль техники лыжных передвижений спортсменов, включает три основных блока, объединяющих процедуру регистрации, обработки и анализа контролируемых параметров в определенную совокупность последовательных операций, что позволяет стандартизировать процедуры регистрации данных и их математической и статистической обработки, минимизировать влияние человеческого фактора, обеспечить оперативность получения результатов и упростить их анализ. Регистрацию показателей контролируемых параметров техники лыжных передвижений целесообразно осуществлять при выполнении спортсменом тестовых заданий в условиях искусственной управляющей среды, в качестве которой выступают лыжероллерные тредбаны.

3. Методика применения беспроводных информационно-измерительных систем для контроля техники лыжных передвижений спортсменов включает сопряженную регистрацию кинематических и динамических параметров движений с последующей оценкой производительности, экономичности и рациональности техники с использованием разработанных коэффициентов и процедур составления индивидуального биомеханического профиля, на основании чего принимаются решения о коррекции учебно-тренировочного

процесса, направленные на совершенствование технической подготовленности спортсменов.

Разработанная методика состоит из трех последовательно реализуемых этапов:

тестового, направленного на определение содержания тестовых заданий;
оценочного, включающего регистрацию и обработку данных, а также их сопоставительный анализ;

корректировочного, где на основе интерпретации полученных результатов принимаются решения, связанные с оптимизацией учебно-тренировочного процесса.

Личный вклад соискателя ученой степени в результаты диссертации с ограничением их от соавторов совместных исследований и публикаций

Соискателем обоснована актуальность изучаемой проблемы, определены цель, задачи и методы исследования. Самостоятельно проведены теоретические и экспериментальные исследования, осуществлена математическая обработка полученных данных. Выполнено теоретико-экспериментальное обоснование применения беспроводных информационно-измерительных систем в качестве средств количественной оценки техники лыжных передвижений спортсменов в условиях искусственной управляющей среды. Разработан алгоритм оценки кинематических и динамических параметров техники лыжных передвижений спортсменов с последующим построением индивидуального биомеханического профиля. В представленных совместных публикациях проанализирован собранный теоретический и эмпирический материал, сформулированы и описаны основные выводы и результаты исследования.

Апробация диссертации и информация об использовании ее результатов

Результаты диссертации докладывались и обсуждались на Международном олимпийском студенческом форуме «Олимпийское движение, студенческий спорт, коммуникации и образование» (Минск, БГУФК, 22 ноября 2018 г.); Международной научно-практической конференции «II Европейские игры – 2019: психолого-педагогические и медико-биологические аспекты подготовки спортсменов» (Минск, БГУФК, 4–5 апреля 2019 г.); III научно-практической конференции «День спортивной информатики», (Москва, ФБГУ ВНИИФК, 3–4 декабря 2019 г.); XXV Международном научном конгрессе «Олимпийский спорт и спорт для всех» (Минск, БГУФК, 15–17 октября 2020 г.); IV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Подготовка спортивного резерва» (Москва, ГКУ «ЦСТиСК» Москомспорта, 1–2 декабря 2020 г.); Всероссийской научной конференции с международным участием «Инновационные аспекты физкультурно-спортивной деятельности» (с. Бердигестях, ЧГИФКиС, 6–7 июля 2021 г.); VII Международной научно-технической конференции «Состояние и перспективы технического обеспечения спортивной деятельности» (Минск, БНТУ, 21 октября 2021 г.); II Международном научном конгрессе «Ценности, традиции и новации современного спорта» (Минск, БГУФК, 13–15 октября 2022 г.).

Практические результаты исследования подтверждены актами внедрения: № 10/19 от 30.10.2019; № 2/20 от 17.04.2020 и 3/20 от 09.06.2020.

Опубликованность результатов диссертации

По теме диссертационного исследования опубликовано 16 научных работ (8,7 авторского листа). Из них 7 статей в рецензируемых научных журналах и сборниках (2,8 авторского листа); 8 статей и 1 тезисы в материалах научных конференций (2,6 авторского листа); 1 учебное издание (3,3 авторского листа).

Структура и объем диссертации

Диссертационная работа содержит оглавление, перечень сокращений и условных обозначений, введение, общую характеристику работы, 3 главы, заключение, библиографический список, приложения. Полный объем диссертации составляет 144 страницы. Основной текст составляет 95 страниц, из которых 9 страниц занимают 5 таблиц и 15 рисунков. Библиографический список размещен на 23 страницах и включает список использованных источников (255 источников, из них 140 на иностранных языках), список публикаций автора (16 работ). Количество приложений – 5, их общий объем – 22 страницы.

Основная часть

В первой главе *«Проблема контроля техники лыжных передвижений спортсменов и способы ее оценки с применением информационно-измерительных систем»* представлен обзор научно-методической литературы по проблеме исследования.

Установлено, что результативность в лыжных гонках во многом зависит от уровня технической подготовленности спортсменов (Гурский, 2015; Andersson, 2016; Sandbakk et al., 2013; Zoppirolli et al., 2020). В основе контроля технической подготовленности лыжников-гонщиков лежит системно-структурный подход к анализу движений с описанием динамики показателей ключевых и наиболее информативных кинематических и динамических параметров техники ЛП спортсменов при выполнении стандартизированных специфических тестовых нагрузок (Донской, Зациорский, 1979; Коренберг, 1979; Ермаков, 1989; Грачев, 2017).

Анализ научно-методической литературы по проблеме взаимосвязей показателей кинематических и динамических параметров ЛП с результатами на соревнованиях показал, что наиболее информативными параметрами, характеризующими производительность техники лыжного бега, являются максимальная пропульсивная сила отталкивания по отношению к массе системы «спортсмен-инвентарь» (Н/кг), коэффициент реактивности пропульсивной силы (Н/с), максимальное результирующее внутрицикловое ускорение общего центра масс спортсмена (м/с), импульс пропульсивной силы (Н*с) и относительная пропульсивная механическая мощность отталкивания (Вт/кг). Экономичность техники отражают амплитуда поперечных колебаний общего центра масс спортсмена (мм), коэффициент пропульсивной эффективности (%) и коэффициент механической экономичности (Вт/кг/м). Рациональность техники лыжных передвижений характеризуют длина цикла (м), гармоничность хода (м*с), относительная продолжительность отталкивания (%) и коэффициент симметричности по величине пропульсивной силы между латеральными

конечностями (Грушин, 2014; Гурский, 1990, 2015; Ермаков, 1989; Кобзева с соавт., 2011; Кондрашов с соавт., 1986; Новикова, 2014; Реуцкая, 2020; Ростовцев, 2020; Ростовцев, Зеновский, 1985; Цвелищев, 1983; Bilodeau, 1996; Gløersen et al., 2018; Holmberg et al., 2005, 2006; Ohtonen, 2019; Pellegrini et al., 2018; Sandbakk et al., 2013; Stöggl et al., 2015, 2016; Zoppirolli et al., 2020).

Для комплексной и объективной оценки техники ЛП необходима сопряженная регистрация кинематических и динамических характеристик двигательных действий (Головачев, 2018; Гурский, 2015; Ohtonen, 2019; Smith, 2003). Подобная регистрация может осуществляться с использованием информационно-измерительных систем с беспроводным способом передачи данных, таких как «захват движений» и спортивного инвентаря, оборудованного тензорезистивными элементами для регистрации прикладываемых спортсменом усилий [1; 5; 7; 12].

Внешние факторы условий снежных трасс значительно влияют на биомеханику лыжных ходов (Гурский, 2015; Пирог, 1973; Breitschädel, 2010; Ainegren, 2013). В результате становится невозможным обеспечение повторяемости условий и точности воспроизведения метода при выполнении процедур оценки техники ЛП спортсменов, что лишает смысла сравнение данных, полученных в серии тестов. Следовательно, для обеспечения объективности серии тестирований необходимо прибегать к специально организованным условиям ИУС, которые будут стандартными и воспроизводимыми. В качестве ИУС целесообразно использовать различные модели лыжероллерных тредбанов, позволяющих спортсмену воспроизводить технику ЛП, максимально схожую по своей структуре с реальной соревновательной (Sandbakk et al., 2011; Zoppirolli et al., 2018).

Во второй главе *«Исследование кинематических и динамических параметров лыжных передвижений спортсменов в условиях искусственной управляющей среды»* изложены методология, методы, организация исследования, а также приведены критерии и алгоритмы оценки кинематических и динамических параметров движений, характеризующих индивидуальный биомеханический профиль (далее – ИБП) техники ЛП спортсменов.

Исследование включало в себя четыре последовательных этапа. На *1-м этапе* (сентябрь 2018 г. – сентябрь 2019 г.) определялись объект и предмет исследования, формулировались цель, задачи и рабочая гипотеза, подбирались методы и средства для решения поставленных задач, анализировались данные научно-методической литературы, разрабатывалась программа исследования. При анализе научно-методической литературы было выявлено противоречие, заключающееся в том, что совершенствование техники лыжных ходов рассматривается как один из основных способов дальнейшего роста соревновательных результатов лыжников-гонщиков, однако при этом отсутствуют методики контроля техники ЛП спортсменов на основе количественной оценки кинематических и динамических параметров движений с использованием современных БИИС. Авторские исследования позволили обосновать применение методов тензометрии и «захвата движений» как средств

количественной оценки техники ЛП спортсменов. Также на данном этапе производились натурные испытания измерительной системы собственной конструкции в составе тензометрического датчика и лыжных палок/лыжероллеров, отлаживалась процедура калибровки используемых систем, разрабатывался алгоритм регистрации данных [1; 6; 8–10].

На 2-м этапе (октябрь 2019 г. – апрель 2020 г.) проводилась разработка и апробация методики применения беспроводных информационно-измерительных систем для контроля техники ЛП спортсменов в условиях искусственной управляющей среды, разрабатывался алгоритм оценки кинематических и динамических параметров техники ЛП спортсменов с построением индивидуального биомеханического профиля. Кроме того, в рамках данного этапа проводились исследования, направленные на отработку процедур регистрации и обработки получаемых данных, а также выявления закономерностей их динамики в лыжных локомоциях [2; 11; 12; 16]. Для обоснования использования разработанной методики применения БИИС как средства оперативного контроля техники ЛП с различной интенсивностью в условиях ИУС были проведены два эксперимента с участием спортсменок сборной команды Республики Беларусь по лыжным гонкам ($n=2$ – МС, возраст 24 и 20 лет) и с участием спортсменов-биатлонистов учреждения «РЦОП по зимним видам спорта «Раубичи» ($n=6$ – КМС, возраст $18,5\pm 0,5$ лет).

На 3-м этапе исследования (май 2020 г. – октябрь 2021 г.) осуществлялась экспериментальная апробация применения разработанной методики как средства этапного контроля технической подготовленности спортсменов-лыжников. Для этого были проведены два последовательных педагогических эксперимента с участием спортсменов национальной команды Республики Беларусь по лыжным гонкам ($n=1$ – МСМК, жен.; $n=2$ – МС, муж.; возраст $25\pm 4,6$ лет) и лыжников-гонщиков высокого класса ($n=3$ – МС, возраст $20,2\pm 1,8$ лет).

На 4-м этапе (ноябрь 2021 г. – октябрь 2022 г.) осуществлялась математико-статистическая обработка результатов, их анализ, систематизация и обобщение, формулировались основные выводы по результатам исследования, разрабатывались практические рекомендации, завершалось оформление рукописи диссертации и приложений.

В третьей главе «*Экспериментальное обоснование методики применения беспроводных информационно-измерительных систем для контроля техники лыжных передвижений спортсменов в условиях искусственной управляющей среды*» представлены цель, задачи и содержание операций разработанной методики, приводятся и обсуждаются результаты выполненных экспериментов.

Целью разработанной методики является совершенствование механизмов контроля технической подготовленности и оптимизация учебно-тренировочного процесса (далее – УТП) лыжников-гонщиков на основе получаемой количественной информации о кинематических и динамических параметрах, характеризующих технику ЛП спортсменов с различных сторон. Задачами методики является объективный контроль техники ЛП на основе количественной оценки кинематических и динамических параметров движений спортсменов при выполнении контрольных упражнений с возможностью сравнения полученных

результатов в динамике, формирования базы данных, а также принятия тренером управленческих решений по коррекции УТП.

Методика применения беспроводных информационно-измерительных систем для контроля техники ЛП спортсменов в условиях ИУС включает последовательную реализацию трех этапов: тестового, оценочного и корректировочного. Тестовый этап предусматривает определение информативных контрольных упражнений для оценки техники ЛП. Оценочный этап направлен на количественную оценку техники ЛП, в основе которой лежит сопряженная регистрация кинематических и динамических параметров лыжных локомоций, математическая и статистическая обработка полученной информации, а также ее анализ согласно разработанному алгоритму. На корректировочном этапе тренером на основе полученной информации принимаются управленческие педагогические решения по внесению изменений в УТП.

Потребность в разработке алгоритма оценки кинематических и динамических параметров, характеризующих индивидуальный биомеханический профиль техники ЛП спортсменов, была вызвана необходимостью обеспечения возможности формирования базы данных, повышения объективности результатов и повторяемости условий сбора информации. Созданный алгоритм позволяет организовать работу оператора таким образом, чтобы обеспечивать воспроизводимость условий регистрации данных, унифицировать процедуры калибровки измерительных систем, автоматизировать процесс обработки и анализа данных и повысить оперативность получения итоговых результатов. Алгоритм включает три блока, объединяющих процедуру регистрации, обработки и анализа контролируемых параметров в определенную совокупность последовательных операций, выполнение которых способствует получению объективной количественной информации о кинематических и динамических параметрах движений спортсменов, что обеспечивает возможность сравнения результатов серии тестирований и формирования базы данных. Структурная схема разработанного алгоритма представлена на рисунке 1.

На основе информации о контролируемых параметрах ЛП спортсменов, полученной в результате выполнения описанного алгоритма, формируются индивидуальные протоколы тестирования, которые были специально разработаны для наглядного отражения результатов измерений показателей контролируемых параметров в динамике. Готовые протоколы содержат в себе цифровую информацию с визуализацией ИБП спортсмена, который в графической форме отражает модель техники лыжного хода. Пример итогового протокола результатов тестирования представлен на рисунке 2.

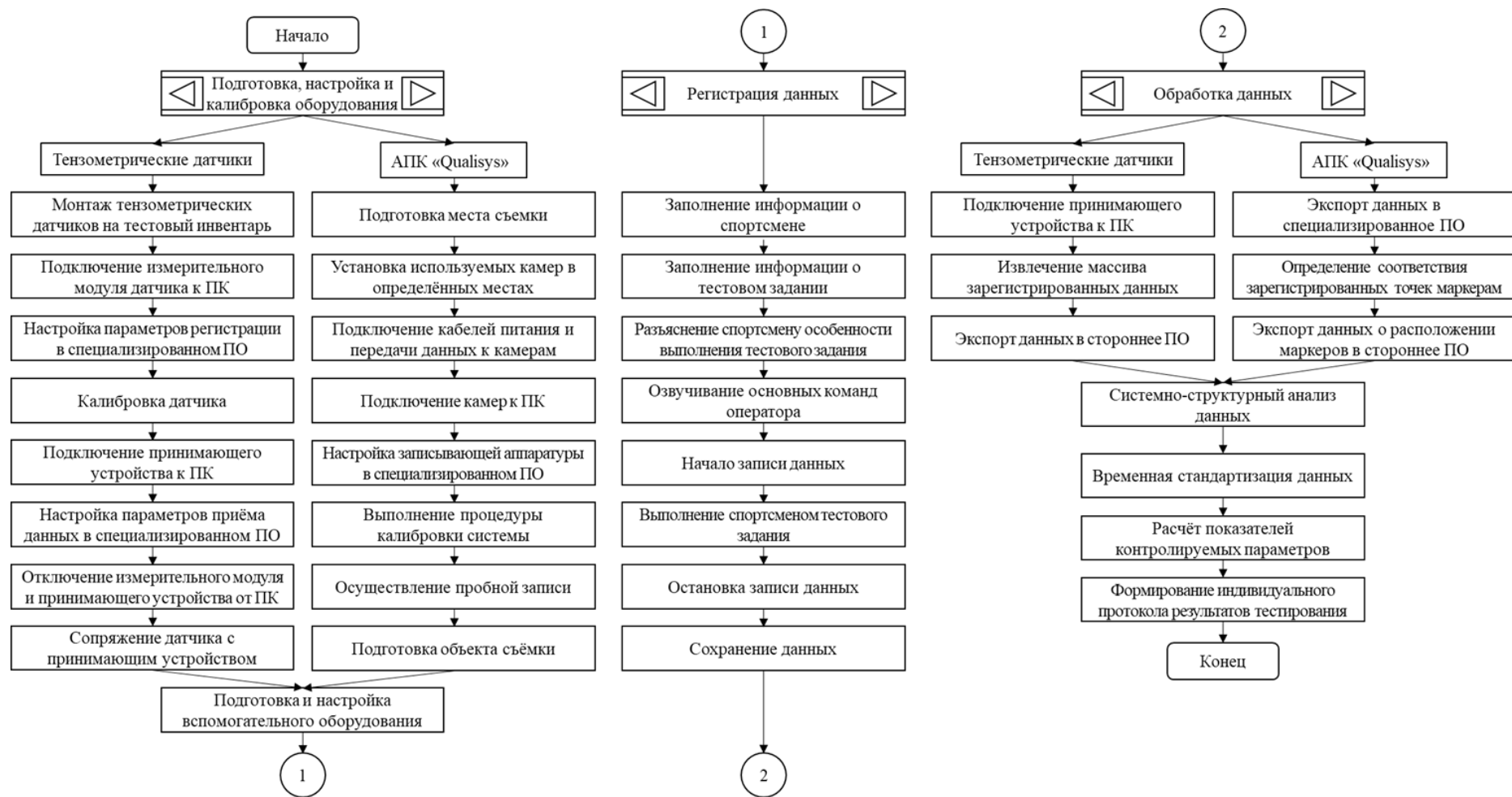


Рисунок 1. – Алгоритм оценки кинематических и динамических параметров, формирующих индивидуальный биомеханический профиль техники лыжных передвижений спортсменов

Протокол

Спортсмен, квалификация	Спортсмен №12, МС			
Дата и место тестирования	06.10.2021 РЦОП по ЗВС "Раубичи", тредбан			
Условия тестирования	Тест со ступенчато возрастающей нагрузкой (дистанционный)			
Ход	Коньковый одновременный одношажный			
Параметры	Май		Октябрь	
Макс. пропульсивная сила отталкивания (Fпроп_макс, Н/кг)	17,76	100%	17,16	97%
Коэффициент реактивности пропульсивной силы (КР, Н/сек)	9,85	100%	8,92	91%
Макс. резуль. внутрицикловое ускорение ОЦМ (a_макс, м/с)	8,35	100%	8,08	97%
Импульс пропульсивной силы (p_проп, Н/сек)	327,22	100%	353,25	108%
Пропульсивная механическая мощность (Pпроп, Ватт/кг)	11,31	100%	11,11	98%
Амплитуда поперечных колебаний ОЦМ (Ay_ср, мм2)	445,40	100%	507,00	88%
Коэффициент пропульсивной эффективности (ер, %)	32,69%	100%	33,35%	102%
Коэффициент механической экономичности (КЭ, Ватт/кг/м)	6,10	100%	5,81	105%
Гармоничность хода (ГХ, м*с)	10,38	100%	11,41	110%
Относительная продолжительность отталкивания (Тот_отн, %)	75,00%	100%	70,00%	107%
Длина цикла (Lц, м)	5,58	100%	5,85	105%
Кэф. симметр. отт. верхними конечностями (Ксимм_п, усл.ед)	-0,13	100%	-0,13	106%
Кэф. симметр. отт. нижними конечностями (Ксимм_л, усл.ед)	-0,34	100%	0,15	128%
Интегральная оценка технического мастерства	100,0		103,2	

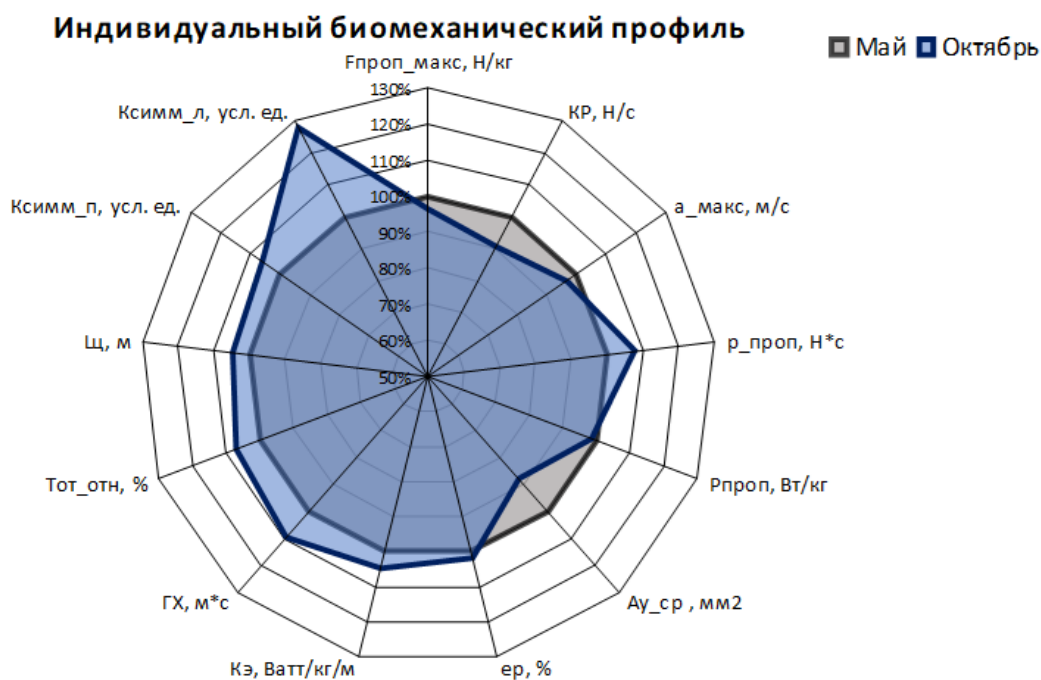


Рисунок 2. – Пример протокола результатов тестирования с отображением динамики показателей контролируемых параметров при выполнении тестовых заданий с построением индивидуального биомеханического профиля техники лыжных передвижений спортсмена

Для построения индивидуального биомеханического профиля требуется два массива данных – «исходный» и «текущий». В качестве «исходного» массива можно использовать значения контролируемых параметров обследуемого спортсмена на более ранних этапах подготовки или при передвижении с иными условиями. С целью стандартизации данных значения «исходного» массива принимаются за 100 %, а в зависимости от величины значений в массиве «текущих» данных рассчитывается процентная величина изменения значений

контролируемых параметров от «исходных». Для удобства предоставления информации в таблице результатов каждая группа параметров, характеризующих технику движений спортсмена с различных сторон, выделяется отдельным цветом: серым цветом обозначены параметры, характеризующие производительность движений, синим – экономичность, желтым – рациональность.

Важнейшим критерием контроля техники лыжных передвижений спортсменов, является оценка динамики показателей параметров движений при выполнении тестовых заданий. В общем виде улучшением техники лыжного бега будет считаться [4; 5; 14]:

увеличение значений параметров «максимальная пропульсивная сила отталкивания по отношению к массе системы «спортсмен-инвентарь», «коэффициент реактивности пропульсивной силы», «максимальное внутрицикловое ускорение общего центра масс спортсмена», «импульс пропульсивной силы», «относительная пропульсивная механическая мощности отталкивания», «коэффициент пропульсивной эффективности», «гармоничность хода» и «длина цикла»;

снижение значений параметров «амплитуда поперечных колебаний общего центра масс спортсмена», «коэффициент механической экономичности», «относительная продолжительность отталкивания»;

приближение значений коэффициента симметричности по величине пропульсивной силы между латеральными конечностями к нулю.

В рамках исследования было проведено четыре последовательных эксперимента. Эксперименты № 1 и № 2 (далее – Э1 и Э2) были направлены на апробацию разработанной методики как средства оперативного контроля техники лыжных передвижений спортсменов одновременным бесшажным (Э1) и коньковым одновременным одношажным (Э2) ходами с различной интенсивностью в условиях искусственной управляющей среды. Эксперименты № 3 и № 4 (далее – Э3 и Э4) были направлены на апробацию разработанной методики как средства этапного контроля технической подготовленности спортсменов при передвижении одновременным бесшажным (Э3) и коньковым одновременным одношажным (Э4) ходами в условиях искусственной управляющей среды. Протоколы тестирования были основаны на стандартных программах оценки подготовленности лыжников-гонщиков (Захаревич с соавт., 2018; Stöggli et al., 2007), содержание которых различалось в зависимости от специализации спортсменов и задач тестирования. Регистрация показателей кинематических и динамических параметров лыжных передвижений спортсменов осуществлялась на всем протяжении выполнения тестовых заданий. При анализе данных в качестве контрольных отрезков выделялись следующие промежутки: для Э1 – промежутки длительностью 15 секунд соответствующие ступеням с индивидуальной максимальной нагрузкой и с нагрузкой 80 % от индивидуальной максимальной; для Э2 – промежутки длительностью 1 минута, соответствующие выполнению контрольного упражнения с интенсивностью на уровне индивидуальных порогов аэробного и анаэробного обмена; для Э3 – промежутки длительностью 15 секунд, соответствующие ступеням с

максимальной индивидуальной нагрузкой; для Э4 – промежутки длительностью 1 минута, соответствующие выполнению упражнения с интенсивностью на уровне индивидуального порога анаэробного обмена.

Информация о динамике показателей контролируемых параметров техники лыжных передвижений спортсменов, полученная в результате проведения Э1 (таблица 1) и Э2 (таблица 2), позволила выполнить индивидуальный анализ механизмов адаптации структуры движений к изменению условий выполнения упражнения и выявить особенности техники спортсменов при передвижении с различной интенсивностью. Динамика показателей контролируемых параметров техники лыжных передвижений спортсменов, полученная в Э3 (таблица 3) и Э4 (таблица 4), позволила расширить представления о развитии уровня технической подготовленности лыжников-гонщиков на отдельных этапах годичного цикла и оценить эффективность учебно-тренировочного процесса в подготовительном периоде по компонентам технического мастерства и проявления спортсменами физических качеств в лыжных локомоциях.

Таблица 1. – Динамика показателей кинематических и динамических параметров техники лыжных передвижений спортсменов одновременным бесшажным ходом с различной интенсивностью

Параметры	Показатели					
	Спортсменка № 1			Спортсменка № 2		
	v 80 %	v max	Динамика, %	v 80 %	v max	Динамика, %
$F_{\text{проп макс}}$, Н/кг	22,84	23,44	3	31,97	26,68	-17
КР, Н/с	45,06	59,71	33	51,89	81,44	57
$a_{\text{макс}}$, м/с	12,13	10,47	-14	11,46	8,63	-25
$p_{\text{проп}}$, Н*с	317,45	302,62	-5	586,13	293,71	-50
$P_{\text{проп}}$, Вт/кг	15,38	21,57	40	23,26	23,05	-1
e_p , %	78,33	77,09	-2	81,01	76,44	-6
Кэ, Вт/кг/м	3,79	5,64	-33	5,86	7,37	-20
ГХ, м*с	6,69	5,18	-23	6,86	3,73	-46
$T_{\text{отг отн}}$, %	31,00	36,00	-14	39,00	34,00	15
$L_{\text{ц}}$, м	5,17	4,96	-4	4,90	4,10	-16
$K_{\text{симм}}$, усл. ед.	0,10	-0,08	1	-0,05	-0,06	-1

Таблица 2. – Динамика показателей кинематических и динамических параметров техники лыжных передвижений спортсменов коньковым одновременным одношажным ходом с различной интенсивностью

Параметры	Показатели																	
	Спортсмен № 3			Спортсмен № 4			Спортсмен № 5			Спортсмен № 6			Спортсмен № 7			Спортсмен № 8		
	АП	АнП	Динамика, %	АП	АнП	Динамика, %	АП	АнП	Динамика, %	АП	АнП	Динамика, %	АП	АнП	Динамика, %	АП	АнП	Динамика, %
$F_{\text{проп_макс}}$, Н/кг	14,20	14,24	0,3	10,98	11,35	3	10,35	14,58	41	9,59	13,08	36	14,81	16,24	10	16,03	21,18	32
КР, Н/с	6,20	5,68	-8	6,25	6,33	1	4,90	7,14	46	5,30	8,23	55	8,17	9,99	22	8,52	12,04	41
$a_{\text{макс}}$, м/с	5,64	5,70	1	7,04	7,56	7	6,57	7,07	8	7,15	6,39	-11	7,95	6,94	-13	8,57	8,35	-3
$p_{\text{проп}}$, Н*с	303,87	346,17	14	263,19	257,36	-2	250,53	334,09	33	221,78	269,98	22	306,65	325,23	6	295,37	379,70	29
$P_{\text{проп}}$, Вт/кг	7,82	9,22	18	7,33	7,32	-0,2	6,20	9,48	53	6,75	8,74	30	10,40	11,83	14	10,41	12,76	23
A_{y_cp} , мм ²	624,44	623,39	0,2	654,67	640,41	2	825,31	663,18	24	577,44	592,18	-2	430,26	464,51	-7	429,00	445,40	-4
e_p , %	34,04	35,16	3	35,81	34,10	-5	27,49	36,07	31	29,00	31,60	9	35,82	37,49	5	29,13	37,09	27
Кэ, Вт/кг/м	3,98	3,75	6	3,15	3,32	-5	2,78	3,70	-25	4,12	4,75	-13	4,00	4,81	-17	5,93	6,10	-3
ГХ, м*с	18,32	15,87	-13	15,79	14,73	-7	21,16	16,90	-20	13,17	11,54	-12	13,58	11,48	-15	11,41	10,38	-9
$T_{\text{от_отн}}$, %	61,00	78,00	-22	62,00	60,00	3	67,00	69,00	-3	67,00	64,00	5	77,00	78,00	-1	69,50	74,00	-6
$L_{\text{ц}}$, м	7,41	6,90	-7	6,88	6,65	-3	7,97	7,12	-11	6,29	5,88	-6	6,38	5,87	-8	5,85	5,58	-5
$K_{\text{симм_п}}$, усл. ед.	0,11	0,12	-9	0,22	0,20	2	0,17	0,14	4	0,27	0,02	34	-0,04	0,10	-13	-0,14	-0,13	1
$K_{\text{симм_л}}$, усл. ед.	-0,31	0,06	40	-0,20	-0,04	15	-0,05	-0,08	-3	-0,09	0,07	17	0,21	0,08	17	-0,20	-0,36	-12

Таблица 3. – Динамика показателей кинематических и динамических параметров техники лыжных передвижений спортсменов одновременным бесшажным ходом в подготовительном периоде

Параметры	Показатели								
	Спортсмен № 9			Спортсмен № 10			Спортсменка № 11		
	Май	Август	Динамика, %	Май	Август	Динамика, %	Май	Август	Динамика, %
$F_{\text{проп макс}}$, Н/кг	12,26	29,90	144	8,54	17,53	105	18,46	9,90	-46
КР, Н/с	30,35	101,56	235	27,07	59,96	122	57,86	33,16	-43
$a_{\text{макс}}$, м/с	10,48	14,11	35	9,34	13,45	44	11,30	10,46	-7
$p_{\text{проп}}$, Н*с	193,92	429,44	121	143,28	267,30	87	236,87	139,50	-41
$P_{\text{проп}}$, Вт/кг	12,70	26,53	109	10,93	20,90	91	19,66	10,45	-47
e_p , %	76,13	75,14	-1	70,06	60,60	-14	59,66	57,25	-4
K_{Σ} , Вт/кг/м	4,07	7,47	-47	3,25	7,66	-58	6,99	3,34	109
ГХ, м*с	3,55	3,98	12	3,64	3,48	-4	5,46	4,47	-18
$T_{\text{от отн}}$, %	44,00	37,00	19	46,00	46,00	0	36,00	40,50	-11
$L_{\text{ц}}$, м	4,11	4,35	6	4,16	4,06	-2	5,22	4,73	-10
$K_{\text{симм п}}$, усл. ед.	-0,11	-0,05	6	0,54	0,13	91	-0,72	-0,70	3

Таблица 4. – Динамика показателей кинематических и динамических параметров техники лыжных передвижений спортсменов коньковым одновременным одношажным ходом в подготовительном периоде

Параметры	Показатели								
	Спортсмен № 12			Спортсмен № 13			Спортсмен № 14		
	Май	Октябрь	Динамика, %	Май	Октябрь	Динамика, %	Май	Октябрь	Динамика, %
$F_{\text{проп макс}}$, Н/кг	17,76	17,16	-3	14,54	26,47	82	22,07	25,71	16
КР, Н/с	9,85	8,92	-9	7,41	12,07	63	8,76	10,80	23
$a_{\text{макс}}$, м/с	8,35	8,08	-3	6,89	7,44	8	7,63	7,28	-5
$p_{\text{проп}}$, Н*с	327,22	353,25	8	282,52	503,97	78	485,30	497,00	2
$P_{\text{проп}}$, Вт/кг	11,31	11,11	-2	10,78	19,05	77	16,72	17,32	4
$A_{\text{у ср}}$, мм ²	445,40	507,00	-12	668,12	673,89	-1	539,14	622,54	-13
e_p , %	32,69	33,35	2	32,26	37,20	15	37,65	33,90	-10
K_{Σ} , Вт/кг/м	6,10	5,81	5	5,23	6,14	-15	5,59	6,39	-12
ГХ, м*с	10,38	11,41	10	12,67	12,46	-2	15,05	14,96	-1
$T_{\text{от отн}}$, %	75,00	70,00	7	67,00	68,50	-2	76,00	70,00	9
$L_{\text{ц}}$, м	5,58	5,85	5	6,16	7,19	17	6,72	6,70	-0,3
$K_{\text{симм п}}$, усл. ед.	-0,13	-0,13	6	0,30	0,00	43	0,04	-0,03	8
$K_{\text{симм л}}$, усл. ед.	-0,34	0,15	28	-0,16	-0,10	6	-0,08	-0,06	1

Обобщение экспериментальных данных свидетельствовало, что разработанная методика применения беспроводных информационно-

измерительных систем для контроля техники лыжных передвижений спортсменов в условиях искусственной управляющей среды позволяет получить количественную информацию о кинематических и динамических параметрах движений, что повышает информативность процедур контроля технической подготовленностью спортсменов. Регулярный контроль параметров, составляющих индивидуальный биомеханический профиль спортсмена, с последующей коррекцией мероприятий УТП на основании получаемых количественных данных, должен использоваться в тренировочном процессе с целью повышения технической подготовленности спортсменов, что в значительной степени определяет результат их соревновательной деятельности [5].

Заключение

Основные научные результаты диссертации

1. Анализ данных научно-методической литературы показал, что, несмотря на наличие широкого арсенала средств и методов, применяемых для биомеханических исследований техники лыжных ходов, отсутствуют технологии интерпретации параметров техники лыжных передвижений в динамике учебно-тренировочного процесса [1; 3; 7].

Для контроля техники лыжных передвижений спортсменов целесообразно представлять данные в виде индивидуального биомеханического профиля, содержащего кинематические и динамические параметры, характеризующие технику движений с различных сторон [5]:

производительность: максимальная пропульсивная сила отталкивания по отношению к массе системы «спортсмен-инвентарь», коэффициент реактивности пропульсивной силы, максимальное результирующее внутрицикловое ускорение общего центра масс спортсмена, импульс пропульсивной силы, относительная пропульсивная механическая мощность отталкивания;

экономичность: амплитуда поперечных колебаний общего центра массы спортсмена, коэффициент пропульсивной эффективности и коэффициент механической экономичности;

рациональность: гармоничность хода, относительная продолжительность отталкивания, коэффициент симметричности по величине пропульсивной силы между латеральными конечностями, длина цикла.

2. Разработанный алгоритм оценки кинематических и динамических параметров, формирующих индивидуальный биомеханический профиль техники лыжных передвижений спортсменов, включает три основных блока, объединяющих процедуру регистрации, обработки и анализа показателей контролируемых параметров в определенную совокупность последовательных операций:

блок «Подготовка, настройка и калибровка оборудования» состоит из действий, направленных на сборку и монтаж элементов измерительных систем, подготовки и настройки программного обеспечения, выполнения процедур

калибровки измерительного оборудования, а также, по необходимости, подготовки вспомогательного оборудования;

блок «Регистрация данных» содержит процедуры, выполнение которых осуществляется непосредственно перед началом и во время выполнения спортсменом тестового задания;

блок «Обработка данных» охватывает математическую обработку зарегистрированных данных с последующей визуализацией полученных результатов в форме индивидуального биомеханического профиля.

Разработанный алгоритм позволяет стандартизировать процедуры регистрации данных, их математической и статистической обработки, тем самым обеспечив возможность сравнения получаемых результатов в динамике. Кроме того, выполнение операций алгоритма минимизирует влияние человеческого фактора, обеспечивает объективность результатов и повышает оперативность их получения, а также упрощает их анализ.

Регистрацию показателей контролируемых параметров техники лыжных передвижений целесообразно осуществлять при выполнении спортсменом тестовых заданий в условиях искусственной управляющей среды, в качестве которой выступают специализированные тредбаны с возможностью передвижения по ним на лыжероллерах [1; 4; 14].

3. Методика применения беспроводных информационно-измерительных систем для контроля техники лыжных передвижений спортсменов включает сопряженную регистрацию кинематических и динамических параметров движений с последующей оценкой производительности, экономичности и рациональности техники с использованием разработанных коэффициентов и процедур составления индивидуального биомеханического профиля, на основании чего принимаются решения о коррекции учебно-тренировочного процесса, направленной на совершенствование технической подготовленности спортсменов.

Разработанная методика состоит из трех последовательно реализуемых этапов – тестового, оценочного и корректировочного.

На тестовом этапе составляется программа нагрузочного тестирования, предусматривающая передвижение спортсмена на лыжероллерах в специально организованных условиях искусственной управляющей среды, которые будут стандартными и воспроизводимыми, а также обеспечивающими максимальное соответствие параметров биомеханической структуры выполняемого упражнения основным параметрам соревновательного упражнения.

На оценочном этапе осуществляется сопряженная регистрация кинематических и динамических параметров движений спортсмена, проводится обработка и сопоставительный анализ полученных данных. При этом регистрацию кинематических параметров движений следует выполнять с применением беспроводной системы «захвата движений» [12; 15; 16]. Для регистрации динамических параметров лыжных передвижений необходимо использовать беспроводную систему в составе лыжных палок и лыжероллеров, оборудованных тензометрическими датчиками, позволяющими фиксировать и передавать информацию о деформации спортивного инвентаря [1; 2; 13].

Корректировочный этап подразумевает интерпретацию полученных результатов с принятием на этой основе педагогических решений, связанных с оптимизацией учебно-тренировочного процесса. Использование предложенного способа оценки кинематических и динамических параметров, позволяет визуализировать полученные результаты в виде индивидуального биомеханического профиля спортсмена, характеризующего его технику лыжных передвижений. Графическое отображение в биомеханическом профиле контролируемых параметров движений улучшает восприятие информации, а разделение параметров по группам с точки зрения того, какие характеристики техники они отражают, упрощает анализ результатов и способствует выявлению возможностей для повышения эффективности реализации двигательного потенциала спортсмена через совершенствование техники движений [5].

Важнейшим критерием контроля техники лыжных передвижений спортсменов является оценка динамики показателей кинематических и динамических параметров относительно исходного уровня. Признаками улучшения техники лыжного бега следует считать [4; 5; 14]:

увеличение значений показателей параметров максимальной пропульсивной силы отталкивания по отношению к массе системы «спортсмен-инвентарь», коэффициента реактивности пропульсивной силы, максимального результирующего внутрициклового ускорения общего центра массы спортсмена, импульса пропульсивной силы, относительной пропульсивной механической мощности отталкивания, коэффициента пропульсивной эффективности, гармоничности хода и длины цикла;

снижение значений показателей параметров амплитуды поперечных колебаний общего центра массы спортсмена, коэффициента механической экономичности, относительной продолжительности отталкивания;

приближение показателей коэффициента симметричности по величине пропульсивной силы между латеральными конечностями к нулю.

Рекомендации по практическому применению результатов

Методика применения беспроводных информационно-измерительных систем для контроля техники лыжных передвижений спортсменов в условиях искусственной управляющей среды может использоваться в качестве средства педагогического контроля технической подготовленности лыжников-гонщиков на всех этапах учебно-тренировочного процесса. Предлагаемые средства и методы регистрации данных и их обработки позволяют выполнять количественную оценку техники лыжных передвижений и анализировать причинно-следственные связи между основными кинематическими и динамическими параметрами движений спортсменов.

Показатели параметров, характеризующих производительность техники движений спортсменов, указывают на уровень развития силовых и скоростно-силовых качеств, а также на реализацию двигательного потенциала в структуре лыжных локомоций. Показатели параметров, характеризующих экономичность техники, демонстрируют способность спортсмена максимально эффективно и с

наименьшими потерями преобразовывать прикладываемые усилия в продвижение по дистанции. Показатели параметров, характеризующих рациональность техники, отражают соответствие биомеханической структуры движений спортсмена оптимальному варианту.

Динамика значений контролируемых параметров при выполнении спортсменом тестовых заданий с различной интенсивностью информирует об индивидуальных механизмах адаптации биомеханической структуры лыжных передвижений к изменению условий выполнения упражнения (варьирование угла наклона и скорости беговой дорожки тредбана).

Этапный педагогический контроль технической подготовленности лыжников-гонщиков с применением разработанной методики позволяет оценить эффективность тренировочного процесса по компонентам технического мастерства и физических качеств в структуре лыжных локомоций. В подготовительном периоде годичного цикла подготовки лыжников-гонщиков рекомендуется предусмотреть не менее трех тестирований с применением разработанной методики: в начале общеподготовительного этапа – для определения исходного уровня технической подготовленности, в конце общеподготовительного этапа и в конце специально-подготовительного этапа – для определения динамики контролируемых параметров техники лыжных передвижений спортсменов.

Системный контроль техники лыжных передвижений с применением беспроводных информационно-измерительных систем в условиях искусственной управляющей среды позволит формировать базы данных результатов, на основании чего в дальнейшем определяются индивидуально-оптимальные модели техники лыжных локомоций, а также разрабатываются модельные биомеханические профили отдельных групп спортсменов и нормативные требования к уровню технической подготовленности лыжников-гонщиков на различных этапах многолетней подготовки.

Список публикаций соискателя ученой степени

Статьи в журналах и сборниках, включенных в перечень научных изданий Республики Беларусь для опубликования результатов диссертационного исследования

1. Васюк, В. Е. Оценка генерации продвигающих сил при взаимодействии спортсмена с опорой в лыжных локомоциях / В. Е. Васюк, **А. С. Дорожко** // Мир спорта. – 2019. – № 3 (76). – С. 91–98.
2. Дорожко, А. С. К анализу индивидуальных закономерностей биомеханической структуры лыжных передвижений спортсменов / А. С. Дорожко // Прикладная спортивная наука. – 2020. – № 1 (11). – С. 5–11.
3. Дорожко, А. С. Влияние уклона трассы на силу и мощность отталкивания лыжников-гонщиков при передвижениях одновременным одношажным коньковым стилем / А. С. Дорожко // Мир спорта. – 2021. – № 1 (82). – С. 26–33.
4. Дорожко, А. С. К проблеме оценки экономичности бега на лыжах / А. С. Дорожко, В. Е. Васюк // Мир спорта. – 2022. – № 3 (88) – С. 27–31.
5. Дорожко, А. С. Индивидуальный биомеханический профиль как «зеркало» технической подготовленности лыжников-гонщиков / А. С. Дорожко // Мир спорта. – 2022. – № 3 (88). – С. 41–46.

Статьи в научных журналах и сборниках

6. Vassiouk, V. E. Testing of speed-strength readiness of ski athletes using intelligent sensory-based systems / V. E. Vassiouk, **A. S. Darozhka**, A. V. Minchenya // Sporto mokslas. – 2019. – Vol. 2, iss. 96. – P. 46–56.
7. Дорожко, А. С. Методика оценки биомеханических показателей техники движений спортсменов в лыжных локомоциях с использованием интеллектуальных сенсорных систем / А. С. Дорожко // Сборник научных работ студентов Республики Беларусь «НИРС 2019» / редкол. : И. А. Старовойтова (пред.) [и др.]. – Минск : Изд. центр БГУ, 2020. – С. 89–92.

Материалы научных конференций

8. Дорожко, А. С. Интеллектуальные сенсорные системы в оценке скоростно-силовой подготовленности лыжников-гонщиков / А. С. Дорожко // Олимпийское движение, студенческий спорт коммуникаций и образование : материалы Междунар. олимп. студ. форума, Минск, 22 ноября 2018 г. / БГУФК ; редкол.: Т. А. Морозевич-Шилюк (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2018. – С. 61–62.

9. Дорожко, А. С. Оценка эффективности лыжных передвижений спортсменов с использованием методики мобильной тензодинамографии / А. С. Дорожко // II Европейские игры – 2019: психолого-педагогические и медико-биологические аспекты подготовки спортсменов: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 4–5 апреля 2019 / Белорусский государственный университет физической культуры ; редкол. : С. Б. Репкин (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2019. – С. 108–112.

10. Дорожко, А. С. Интеллектуальные датчики в оценке скоростно-силовой подготовленности биатлонистов при лыжных передвижениях свободным стилем / А. С. Дорожко // Сборник материалов III Науч.-практ. конф. «День спортивной информатики» (Всерос. с междунар. уч.), Москва, 3–4 декабря 2019 г. / ГКУ «ЦСТиСК» Москомспорта ; редкол. : Е. А. Тимме, С. Г. Руднев. – М., 2019. – С. 65–72.

11. Дорожко, А. С. Оценка техники лыжных передвижений спортсменов по параметрам прилагаемых усилий при взаимодействии с опорой / А. С. Дорожко // Сборник материалов IV Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. уч. по спортивной науке: «Подготовка спортивного резерва», Москва, 1–2 декабря 2020 г. / ГКУ «ЦСТиСК» Москомспорта. – М., 2020. – С. 140–146.

12. Дорожко, А. С. «Motion capture» и беспроводная тензометрия в оценке техник лыжных передвижений спортсменов / А. С. Дорожко, Д. И. Гусейнов // Сборник материалов и докладов Всерос. науч. конф. с междунар. уч. «Инновационные аспекты физкультурно-спортивной деятельности», с. Бердигестях, 6–7 июля 2021 года / Чурапчинский государственный институт физической культуры и спорта; редкол. : И. И. Готовцев (гл. ред.) [и др.]. – Якутск : Медиа-холдинг «Якутия», 2021. – С. 158–161.

13. Дорожко, А. С. Контроль техники лыжных локомоций при сопряженном использовании методов поверхностной электромиографии и беспроводной тензометрии / А. С. Дорожко // Сборник материалов VII Междунар. науч.-техн. конф. «Состояние и перспективы технического обеспечения спортивной деятельности», Минск, 21 октября 2021 г. / Белорусский национальный технический университет ; редкол. : И. В. Бельский (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2021. – С. 35–39.

14. Дорожко, А. С. Оценка двигательной асимметрии лыжников-гонщиков с использованием средств тензометрии / А. С. Дорожко, Ч. Чжентин // Ценности, традиции и новации современного спорта : материалы II Междунар. науч. конгр., Минск, 13–15 окт. 2022 г. : в 3 ч. / Белорус. гос. ун-т физ. культуры ; редкол. : С. Б. Репкин (гл. ред.), Т. А. Морозевич-Шилюк (зам. гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2022. – Ч. 1. – С. 142–147.

15. Дорожко, А. С. Методика определения пропульсивных сил в «пассивных» фазах цикла конькового одновременного одношажного хода / А. С. Дорожко // Ценности, традиции и новации современного спорта : материалы II Междунар. науч. конгр., Минск, 13–15 окт. 2022 г. : в 3 ч. / Белорус. гос. ун-т физ. культуры ; редкол. : С. Б. Репкин (гл. ред.), Т. А. Морозевич-Шилюк (зам. гл. ред.) [и др.]. – Минск : БГУФК, 2022. – Ч. 1. – С. 147–154.

Учебные издания

16. Быков, Д. Ю. Цифровые технологии в оценке и повышении специальной подготовленности квалифицированных биатлонистов : учеб. пособие / Д. Ю. Быков, Н. К. Галай, В. В. Бакаев, В. С. Васильева, В. Е. Васюк, Д. А. Лукашевич, **А. С. Дорожко**, Д. И. Гусейнов ; под ред. В. Е. Васюка. – СПб. : ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2020. – 80 с.

Рэзюмэ

Дарожка Аляксандр Сяргеевіч

КАНТРОЛЬ ТЭХНІКІ ЛЫЖНЫХ ПЕРАМЯШЧЭННЯЎ СПАРТСМЕНАЎ ВА ЁМОВАХ ШТУЧНАГА КІРАВальНАГА АСЯРОДДЗЯ З ВЫКАРЫСТАННЕМ БЕСПРАВОДНЫХ ІНФАРМАЦЫЙНА-ВЫМЯРАЛЬНЫХ СІСТЭМ

Ключавыя словы: лыжныя гонкі, тэхнічная падрыхтаванасць, біямеханіка, спалучаная рэгістрацыя кінематычных і дынамічных параметраў рухаў, педагагічны кантроль.

Мэта даследавання: тэарэтыка-эксперыментальнае абгрунтаванне сродкаў і метадаў кантролю тэхнікі лыжных перамяшчэнняў спартсменаў ва ўмовах штучнага кіруючага асяроддзя на аснове прымянення бесправадных інфармацыйна-вымяральных сістэм.

Метады даследавання: аналіз і абагульненне навукова-метадычнай літаратуры; педагагічнае тэсціраванне; педагагічны эксперымент; тэнзаметрыя; захоп рухаў; метады матэматычнай статыстыкі.

Атрыманыя вынікі і іх навізна: прадстаўлены падыход да аналізу кінематычных і дынамічных параметраў тэхнікі лыжных перамяшчэнняў спартсменаў з адлюстраваннем паказчыкаў у індывідуальным біямеханічным профілі; вызначаны кінематычныя і дынамічныя параметры, якія характарызуюць прадукцыйнасць, эканамічнасць і рацыянальнасць лыжных перамяшчэнняў спартсменаў; распрацаваны алгарытм ацэнкі дадзеных параметраў, якія складаюць індывідуальны біямеханічны профіль спартсменаў; прапанаваны спосаб кантролю тэхнічнай падрыхтаванасці лыжнікаў-гоншчыкаў на аснове колькаснай ацэнкі параметраў тэхнікі лыжных перамяшчэнняў з візуалізацыяй дынамікі вынікаў у індывідуальным біямеханічным профілі спартсмена; распрацавана і эксперыментальна апрабавана метадыка прымянення бесправадных інфармацыйна-вымяральных сістэм для кантролю тэхнікі лыжных перамяшчэнняў спартсменаў ва ўмовах штучнага кіруючага асяроддзя.

Ступень выкарыстання: метадыка прымянення бесправадных інфармацыйна-вымяральных сістэм у кантролі тэхнікі лыжных перамяшчэнняў выкарыстоўваецца ў педагагічным кантролі тэхнічнай падрыхтаванасці спартсменаў нацыянальнай каманды Рэспублікі Беларусь па лыжных гонках і спартсменаў установы РЦАП па ЗВС “Раўбічы”.

Вобласць прымянення: вучэбна-трэніровачны працэс у спецыялізаваных навучальна-спартыўных установах.

Резюме

Дорожко Александр Сергеевич

КОНТРОЛЬ ТЕХНИКИ ЛЫЖНЫХ ПЕРЕДВИЖЕНИЙ СПОРТСМЕНОВ В УСЛОВИЯХ ИСКУССТВЕННОЙ УПРАВЛЯЮЩЕЙ СРЕДЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БЕСПРОВОДНЫХ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

Ключевые слова: лыжные гонки, техническая подготовленность, биомеханика, сопряженная регистрация кинематических и динамических параметров движений, педагогический контроль.

Цель исследования: теоретико-экспериментальное обоснование средств и методов контроля техники лыжных передвижений спортсменов в условиях искусственной управляющей среды на основе применения беспроводных информационно-измерительных систем.

Методы исследования: анализ и обобщение научно-методической литературы; педагогическое тестирование; педагогический эксперимент; тензометрия; захват движений; методы математической статистики.

Полученные результаты и их новизна: представлен подход к анализу кинематических и динамических параметров техники лыжных передвижений спортсменов с отображением показателей в индивидуальном биомеханическом профиле; определены кинематические и динамические параметры, характеризующие производительность, экономичность и рациональность техники лыжных передвижений спортсменов; разработан алгоритм оценки данных параметров, составляющих индивидуальный биомеханический профиль спортсменов; предложен способ контроля технической подготовленности лыжников-гонщиков на основе количественной оценки параметров техники лыжных передвижений с визуализацией динамики результатов в индивидуальном биомеханическом профиле спортсмена; разработана и экспериментально апробирована методика применения беспроводных информационно-измерительных систем для контроля техники лыжных передвижений спортсменов в условиях искусственной управляющей среды.

Степень использования: методика применения беспроводных информационно-измерительных систем для контроля техники лыжных передвижений используется при педагогическом контроле технической подготовленности спортсменов национальной команды Республики Беларусь по лыжным гонкам и спортсменов учреждения РЦОП по ЗВС «Раубичи».

Область применения: учебно-тренировочный процесс в специализированных учебно-спортивных учреждениях.

Summary

Darozhka Aliaksandr Sergeyevich

CONTROL OF THE TECHNIQUE OF CROSS-COUNTRY SKIING MOVEMENTS OF ATHLETES IN THE CONDITIONS OF AN ARTIFICIAL CONTROL ENVIRONMENT USING WIRELESS INFORMATION-MEASURING SYSTEMS

Keywords: cross-country skiing, technical readiness, biomechanics, coupled registration of kinematic and dynamic parameters of movements, pedagogical control.

The purpose of the study: theoretical and experimental substantiation of the means and methods for control of the cross-country skiing technique of athletes in an artificial control environment based on the use of wireless information-measuring systems.

Research methods: analysis and generalization of scientific and methodological literature; pedagogical testing; pedagogical experiment; tensometry; motion capture; methods of mathematical statistics.

Obtained results and their novelty: an approach to the analysis of the kinematic and dynamic parameters of the technique of cross-country skiers is presented with the visualization of indicators in an individual biomechanical profile; determined kinematic and dynamic parameters characterizing the performance, economy and rationality of athletes' cross-country skiing movements; an algorithm for assessment these parameters that make up the individual biomechanical profile of athletes has been developed; a method for controlling the technical readiness of cross-country skiers based on a quantitative assessment of the parameters of the cross-country skiing movements technique with visualization of the dynamics of results in the individual biomechanical profile of an athlete is proposed; developed and experimentally tested a method of using wireless information-measuring systems in the control of the technique of cross-country skiing movements of athletes in an artificial control environment.

Application level: the method of using wireless information-measuring systems in the control of cross-country skiing technique is used in the pedagogical control of the technical readiness of athletes of the national team of the Republic of Belarus in cross-country skiing and athletes of the institution Republican Olympic Training Center for Winter Sports "Raubichi".

Application area: education and training process in specialized sports-educational institutions.



Подписано в печать 09.03.2023. Формат 60×84/16. Бумага офсетная.
Ризография. Усл. печ. л. 1,57. Уч.-изд. л. 1,57. Тираж 60 экз. Заказ 15.

Отпечатано с готового оригинал-макета в редакционно-издательском отделе
учреждения образования
«Белорусский государственный университет физической культуры».

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий
№ 1/153 от 24.01.2014.
Пр. Победителей, 105, 220020, Минск.