УДК 612.76*796.92 DOI: 10.36028/2308-8826-2025-13-3-81-87

ОЦЕНКА РИТМО-СТРУКТУРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК У КВАЛИФИЦИРОВАННЫХ ЛЫЖНИКОВ-ГОНЩИКОВ ПРИ ИЗМЕНЕНИИ ИНТЕНСИВНОСТИ НАГРУЗКИ

В.Ю. Куимов, А.И. Чикуров

Сибирский федеральный университет, Красноярск, Россия

Аннотация

Цель исследования: оценить показатели амплитудно-частотных характеристик угловой скорости у квалифицированных лыжников-гонщиков в условиях различного режима интенсивности нагрузки, используя датчики акселерации WitMotion.

Методы и организация исследования. В исследовании принимали участие квалифицированные лыжники-гонщики в количестве 3 МС и 5 КМС. Исследование проходило на базе МСК «Академия биатлона» с использованием равнинного рельефа и увеличением скорости каждого забега. Испытуемые выполняли три заезда по 600 метров, применяя одновременный одношажный коньковый ход. Угловая скорость оценивалась с использованием датчиков акселерации WitMotion. Исходные данные угловой скорости представляют собой негармонические колебания, так как их форма отличается от правильной синусоидальной функции. Созданная программа на языке python в автоматическом режиме проводила для исходных данных процесс фильтрации с использованием фильтра низких частот, после чего к отфильтрованным данным было применено быстрое преобразование Фурье и получен амплитудный спектр (зависимость амплитуд от частоты) колебаний угловой скорости.

Результаты исследования и их обсуждение. Амплитудные спектры данных эксперимента отображают, что в каждом интервале тестирования есть ярко выраженный максимум (основное колебание) на определенной частоте (около 1 Гц). Изменения основного колебания с увеличением интенсивности нагрузки на одинаковом рельефе наблюдаются у всей группы участников. Наличие близкорасположенных точек данных амплитуды и частоты относительно гладкой кривой графика амплитудного спектра угловой скорости позволяет оценить ритмо-структурные характеристики лыжного хода.

Заключение. Смещение основного колебания амплитудного спектра вправо по оси абсцисс наблюдается при увеличении интенсивности нагрузки интервалов, что характерно для изменения биомеханических параметров, которые позволяют произвести оценку интенсивности нагрузки. Характерные особенности показателей амплитуды и частоты как критерии уровня квалификации лыжников-гонщиков создают базу для дальнейшего исследования технического мастерства у лыжников разных уровней квалификации.

Ключевые слова: лыжные гонки, биомеханические параметры, амплитуда, частота, угловая скорость, амплитудный спектр, основное колебание, ускорение, ритмо-структурные характеристики, акселерометр, датчик акселерации WitMotion.

EVALUATION OF RHYTHMIC AND STRUCTURAL CHARACTERISTICS IN QUALIFIED CROSS-COUNTRY SKIERS WITH VARYING LOAD INTENSITY

V.Yu. Kuimov, Vadim.Cuimow@yandex.ru, ORCID: 0000-0001-7658-790X
A.I. Chikurov, chikurov71@mail.ru, ORCID: 0000-0003-1073-3120
Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia

Abstract

The purpose of the research: to evaluate the amplitude-frequency characteristics of angular velocity among qualified cross-country skiers under different load intensity conditions using WitMotion acceleration sensors.

Methods and organization of the research. The study involved qualified cross-country skiers, including 3 masters of sports and 5 candidates for master of sports. The study was conducted on the basis of the Biathlon

Academy using flat terrain and increasing the speed of each race. The subjects performed three 600-meter runs using a simultaneous single-step skating stroke. The angular velocity was estimated using WitMotion acceleration sensors. The initial angular velocity data are inharmonic oscillations, since their shape differs from the correct sinusoidal function. The created python program automatically filtered the source data using a low-pass filter, after which a fast Fourier transform was applied to the filtered data and an amplitude spectrum (frequency dependence of amplitudes) of angular velocity oscillations was obtained.
The research results and their discussion. The amplitude spectra of the experimental data show that in each testing interval there is a clearly expressed maximum (the main oscillation) at a certain frequency (about 1 Hz). Changes in the main oscillation with an increase in the intensity of the load on the same terrain are observed in the entire group of participants. The presence of closely spaced amplitude and frequency data points relative to the smooth curve of the graph of the amplitude spectrum of angular velocity makes it possible to evaluate the rhythmic and structural characteristics of the skiing technique.
Conclusion. The shift of the main oscillation of the amplitude spectrum to the right along the abscissa axis is observed with an increase in the intensity of the load intervals, which is typical for a change in biomechanical parameters that allow an assessment of the intensity of the load. The characteristic features of amplitude and frequency indicators as criteria for the skill level of cross-country skiers create the basis for further research into technical skill in skiers of different skill levels.
Keywords: cross-country skiing, biomechanical parameters, amplitude, frequency, angular velocity, amplitude spectrum, fundamental oscillation, acceleration, rhythmic and structural characteristics, accelerometer, WitMotion acceleration sensor.

ВВЕДЕНИЕ

В последние годы ряд отечественных и международных научно-исследовательских работ содержат актуальные материалы экспериментов по применению микроэлектронных акселерометров и гироскопов для проведения качественной оценки ускорений различных участков туловища. Портативные датчики регистрации, легко размещаемые на груди или спине спортсмена, способны реагировать на малейшие изменения линейных и угловых ускорений, вызываемых приложением к опорам сил [2; 9].

Marshland и др. впервые продемонстрировали использование микродатчиков на теле лыжников-гонщиков для оценки углового и линейного ускорения в процессе передвижения на лыжах [8].

Pousibet-Garrido и др. в исследовании используют инерциальные датчики, установленные на лыжах, для определения данных углового ускорения и последующей их обработки, анализа классификации лыжных ходов с помощью алгоритмов машинного обучения [9]. Данное исследование построено на основе метода определения биомеханических характеристик с использованием спортивного инвентаря и датчиков акселерации.

Шагарова Е.А. в исследовании отмечает, что мониторинг состояния лыжников-гонщиков в процессе тренировок основывается не только на оценке физиологического состояния, но и на биомеханическом анализе двигательных действий спортсменов [3]. Использовав датчик акселерации Racefox, Е.А. Шагарова раскрыла в исследовании основные показатели, которые можно использовать для биомеханического анализа в специальной физической подготовке лыжников-гонщиков. Датчик акселерации Racefox применим в одновременно бесшажном классическом стиле передвижения при измерении ускорения корпуса до постановки палок, ускорения корпуса во время основного отталкивания, частоты отталкивания в минуту, количества отталкиваний в минуту, коэффициента стабильности отталкиваний [3].

Авторы Jang J. и др. отмечают, что инерциальные датчики имеют ряд определенных преимуществ перед другими системами оценки данных. Датчики имеют небольшой размер и вес, а также низкую стоимость. Они включают в себя гироскопы для измерения углового ускорения и акселерометры для измерений линейного ускорения. Датчики удобно прикрепляются и не создают дискомфорт при перемещении лыжников-гонщиков по трассе в естественных условиях тренировочного процесса [6].

Технология определения контроля движения лыжников-гонщиков не ограничена датчика-

ми акселерации, системы ГЛОНАСС, инерциальных датчиков и др. Авторы предлагают использование тензометрических датчиков, встроенных в ручки палок для расчета показателя производимой мощности. Методика определения мощности основана на датчиках и инерциальных измерительных устройствах (IMU), встроенных в ручку. В тренировочном процессе суммируется большое количество данных, что делает модели искусственного интеллекта особенно подходящими для управления и обработки показателей [5].

Kuylenstierna D. И другие с помощью технологии IMU, тензометрических датчиков, микроконтроллеров и беспроводных передатчиков произвели оценку производимой мощности лыжников-гонщиков в процессе отталкивания лыжными палками [7].

Использование тензометрических датчиков для определения мощности развиваемого усилия у лыжников-гонщиков наблюдается в исследовании авторов Д.И. Гусейнова, В.Е. Васюк, Ш.Р. Юсупова [1]. В эксперименте данного исследования производилась регистрация биомеханических показателей с использованием беспроводных программируемых тензометрических датчиков, закрепляемых на лыжных палках и лыжероллерах [4]. Гусейнов Д.И. и другие после обработки данных тестирования лыжников-гонщиков обнаружили, что при повышении интенсивности происходит увеличение амплитуды, особенно сильно это выражено при переходе от 3-й ступени к 4-й, а также при переходе от 4-й к 5-й ступени [1].

Сбор информативных данных в процессе специальной физической подготовки осуществляется с помощью средств, оценивающих как физиологические процессы, так и биомеханические, кинематические, пространственно-временные аспекты. Оперативная реакция на информативные показатели о характере и поведении нагрузки по отношению к организму в различных ее проявлениях позволит обеспечить своевременную коррекцию в режиме выполнения специальной нагрузки спортсменов, уточняя ее направленность, объем, соотношение и сочетание разных видов напряжения. В лыжных гонках с применением многочисленных циклических движений наиболее ценны показатели ритмо-структурных характеристик, информативные для проведения анализа экономичности локомоций.

Цель данной работы – оценить показатели амплитудно-частотных характеристик угловой скорости у квалифицированных лыжников-гонщиков в условиях различного режима интенсивности нагрузки, используя датчики акселерации WitMotion.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В исследовании принимали участие квалифицированные лыжники-гонщики Красноярского края в количестве 3 МС и 5 КМС. Исследование проходило на базе МСК «Академия биатлона» с использованием равнинного рельефа при уровне наклона 0-1 градусов. Эксперимент осуществлялся в условиях аэробного энергообеспечения с повышением скорости каждого забега. Испытуемые выполняли три заезда по 2 круга протяженностью 300 метров с использованием одновременного одношажного конькового хода на протяжении всего интервала. Каждый заезд отличался по пульсовым зонам интенсивности и биомеханическим характеристикам лыжников-гонщиков. Перед каждым выполнением интервала пульсовые характеристики должны соответствовать предложенной интенсивности интервала, которая необходима для тестирования, поэтому лыжники-гонщики выполняли дополнительный отрезок для увеличения ЧСС, чтобы пройти интервал в заданной интенсивности. Каждый забег характеризовался одинаковой по протяженности дистанцией и идентичным уровнем наклона рельефа, но с различным темпом передвижения и частотой сердечных сокращений (ЧСС). Тестирование оценивалось с использованием многофункционального оборудования – датчиков акселерации с встроенным гироскопом от производителя WitMotion, смартфоном с приложением WitMotion, часов Polar Vantage M и датчиком мониторинга сердечного ритма Polar H10. Датчик WitMotion с гироскопом крепился на уровне середины предплечья и синхронизировался со смартфоном через Bluetooth. Смартфон для считывания данных был расположен в поясной сумке

на уровне верхней части подвздошной кости. Приложение WitMotion на смартфоне хранит файлы с измерениями угловых скоростей датчика относительно трёх осей, что позволяет в любое время провести анализ и обработать данные. Цифровая обработка данных проводилась по данным измерений угловой скорости датчика относительно оси z датчика. Исходные данные представляют собой негармонические колебания, так как их форма отличается от правильной синусоидальной функции. Была написана программа на языке python, которая в автоматическом режиме проводила для исходных данных процесс фильтрации с использованием фильтра низких частот, для того чтобы избавиться от высокочастотного шума, после чего к отфильтрованным данным было применено быстрое преобразование Фурье и получен амплитудный спектр (зависимость амплитуд от частоты) колебаний угловой скорости. Процесс тестирования и снятие результатов вносят свои коррективы при неправильной установке датчика, ненадежном креплении, некачественном сигнале в синхронизации со смартфоном, что тоже нужно учитывать при обработке данных.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

После проведения тестирования и обработки данных группы квалифицированных лыжников-гонщиков получились следующие результаты зависимости амплитуд спектральных гармоник (по оси Y) от частоты (по оси X) (см. таблицу 1). Амплитудные спектры для экспериментов отображают, что в каждом интервале тестирования есть ярко выраженный максимум: на определенной частоте (около 1 Гц). Присвоим этой точке амплитудного спектра название – основное колебание (ОК). Изменения ОК с увеличением режима интенсивности нагрузки на одинаковом рельефе наблюдается у всей группы участников. Можно увидеть смещение ОК вправо по оси абсцисс. Данное смещение показано на рисунках 1 и 2, в которых зеленым цветом выделен уровень низкой интенсивности, оранжевым цветом – уровень средней интенсивности и красным выделен уровень интенсивности чуть выше среднего. Прирост показателей частоты колебаний угловой скорости произошел у всех лыжников-гонщиков при увеличении интенсивности режима нагрузки.

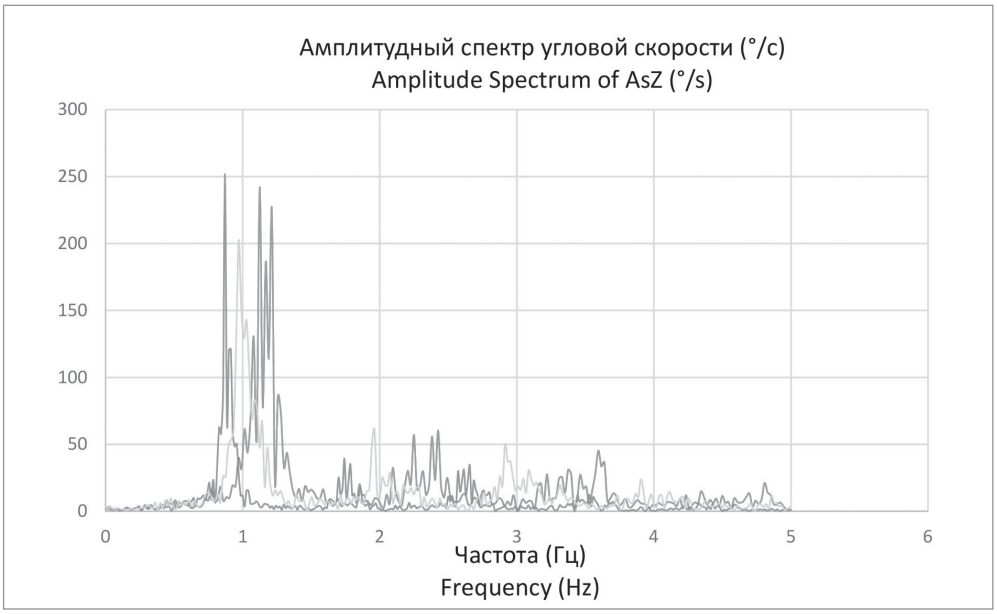

Рисунок 1 – Амплитудные спектры участника (№ 2) тестирования в трех режимах интенсивности нагрузки
Figure 1 – Amplitude spectra of the participant (№ 2) of testing in three load intensity modes

Характерные особенности спектральных гармоник, представленных на рисунках 1 и 2, заключаются в расположении точек данных относительно оси координат, описывающих частоту и амплитуду колебаний угловой скорости. Резкое смещение и скачки по отношению к предыдуще-

му значению создают такие спектры, в которых наиболее часто были сформированы движения, значительно отличающиеся от предыдущего по ритмо-структурным характеристикам. На рисунке 1 изображено три спектра, каждый из которых имеет отличительные особенности в ритмо-структурных характеристиках, создавая искажения гладкой кривой графика амплитудного спектра колебаний угловой скорости. Наличие различных случайных флуктуаций представлено у спектральных гармоник в рисунке 1. Упорядоченность в расположении флуктуаций в спектрах, представленных на рисунке 2, способствует более сглаженной линии графика. На рисунке 2 изображено три амплитудных спектра одного из участников тестирования, для которых расположение точек данных по области построения представлено в сочетании с гладкой кривой графика, что предопределяет степень овладения техническом мастерством и ритмичностью локомоций конькового одновременного одношажного хода.

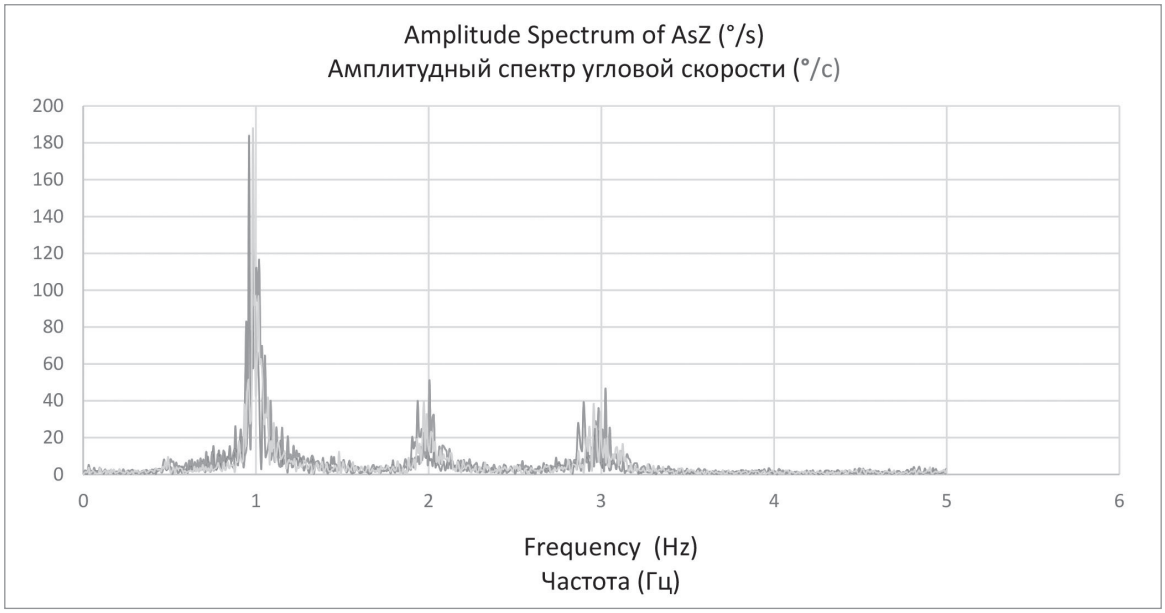

Рисунок 2 – Амплитудные спектры участника (№ 4) тестирования в трех режимах интенсивности нагрузки
Figure 2 – Amplitude spectra of the participant (№ 4) of testing in three load intensity modes

Эффективность выполнения нагрузки на определенном интервале тестирования в различных режимах интенсивности нагрузки при зависимости амплитуд от частоты колебаний можно проследить в данных таблицы. Продолжительность каждой попытки при выполнении эксперимента по оценке амплитудно-частотных характеристик в процессе увеличения интенсивности интервала зависит от прироста частоты колебаний и соотношения частоты и амплитуды колебаний угловой скорости каждого случая тестирования. Во многом особенности изменения показателей амплитуды ОК относительно интенсивности нагрузки зависят от преобразования соотношения составляющих величин, учитывая индивидуальные особенности технического уровня подготовленности и чувства темпа при приросте интенсивности. Показатели ОК амплитудного спектра можно выделить у участников 4,7 и 8. При росте показателей частоты по мере повышения интенсивности нагрузки наблюдаются резкие скачки в данных амплитуды колебаний угловой скорости между интервалами каждого случая тестирования. Такие отклонения наглядно проявляются в рисунке 1. В каждой линии графика амплитудного спектра прослеживаются точки данных, которые наиболее удалены от гладкой кривой линии графика. Обращая внимание на данные результатов участников, наиболее отличающиеся от таковых группы, можно сделать предположение, что при увеличении интенсивности нагрузки проявляются характерные индивидуальные особенности уровня технической подготовленности, чувства ритма и темпа.

Таблица 1 – Показатели основного амплитудного спектра колебаний на рельефе 0-1 градусов при изменении скорости движения
Table 1 – The indicators of the main amplitude spectrum of oscillations on the relief of 0-1 degrees with a change in speed of movement

№ (n)	Низкая интенсивность Low intensity		Средняя интенсивность Average intensity		Выше среднего Above average	
	A(°/c)	V(Гц)	A(°/c)	V(Гц)	A(°/c)	V(Гц)
1	196,58	0,8	290,71	0,92	252,85	1,02
2	251,7	0,87	202,36	0,97	241,93	1,12
3	192,98	0,94	234,71	0,97	167,39	0,99
4	183,91	0,96	186,26	0,98	121,67	0,99
5	177,01	0,86	240,04	0,99	199,84	1,04
6	140,2	0,99	179,23	1,02	148,31	1,11
7	198,55	0,86	251,57	0,91	288,41	1,04
8	335,61	0,81	400,95	0,87	370,12	0,89
Уровень значимости p-значения для V(Гц) ANOVA The significance level of the p-value for V(Hz) ANOVA						
Между 1-м и 2-м интервалом = 0,042 Between 1 and 2 intervals		Между 1-м и 3-м интервалом = 0,001 Between 1 and 3 intervals			Между интервалом 2 и 3 = 0,038 Between 2 and 3 intervals	

Примечание. № (n) – номер испытуемого, A – амплитуда колебаний угловой скорости, V – частота колебаний
Note: No. (n) – subject number, A – amplitude of angular velocity oscillations, V – frequency

В таблице 2 представлены результаты среднего значения амплитуды и частоты ОК амплитудного спектра угловой скорости в двух группах квалификации – МС и КМС.

Таблица 2 – Результаты средних значений ОК амплитудного спектра угловой скорости
Table 2 – Results of average values of the main oscillation of the amplitude spectrum of angular velocity

Уровень квалификации Level of qualification	Низкая интенсивность Low intensity		Средняя интенсивность Average intensity		Выше среднего Above average	
	A(°/c)	V(Гц)	A(°/c)	V(Гц)	A(°/c)	V(Гц)
МС master of sports	184,63±5,68	0,92±0,03	220,34±21,01	0,98±0,04	162,97±27,85	1,01±0,02
КМС candidate for master of sports	224,53±52,17	0,87±0,05	264,96±62,03	0,93±0,04	260,32±56,95	1,04±0,06

Изменения ОК амплитудного спектра колебаний угловой скорости позволяют оценить интенсивность нагрузки относительно показателей частоты, амплитуды колебаний. Показатели амплитудно-частотных характеристик имеют наиболее близкорасположенные точки данных амплитудного спектра колебаний угловой скорости относительно гладкой кривой графика, которые являются ритмо-структурными характеристиками локомоций, создавая в процессе специальной технической подготовки перспективное направление определения навыка технического мастерства.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам оценки основного колебания амплитудного спектра угловой скорости у квалифицированных лыжников-гонщиков в различных режимах интенсивности нагрузки были сформулированы следующие выводы. Смещение ОК амплитудного спектра вправо по оси абсцисс наблюдается при увеличении интенсивности нагрузки интервалов, что характерно для изменения биомеханических параметров, которые позволяют произвести оценку интенсивности нагрузки. Для частоты колебаний угловой скорости при изменении интенсивности интервалов был прирост у всех участников группы. Результаты данных ОК амплитудного спектра позволяют охарактеризовать уровень нагрузки с помощью амплитудно-частотных характеристик. Характерные особенности показателей амплитуды и частоты как критерии уровня квалификации лыжников-гонщиков создают базу для дальнейшего определения технического мастерства у лыжников разных уровней квалификации.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Гусейнов, Д. И. Особенности педагогической оценки и контроля технической подготовленности лыжников-гонщиков по показателям реципрокной координации движений / Д. И. Гусейнов, В. Е. Васюк, Ш. Р. Юсупов // Наука и спорт: современные тенденции. – № 3(Том 11). – 2023. С. 56-65 DOI: 10.36028/2308-8826-2023-11-3-56-65
2. Реуцкая, Е. А. Соотношение компонентов скорости передвижения лыжников-гонщиков на этапах спортивной подготовки в соревнованиях с раздельным стартом /

Е. А. Реуцкая, Т. В. Полторацкая // Наука и спорт: современные тенденции. – 2020. –Т. 8, № 4. – С. 20-25. DOI: 10.36028/2308-8826-2020-8-4-20-2
3. Шагарова, Е. А. Использование датчика Racefox для мониторинга специальной подготовленности квалифицированных лыжниц-гонщиц / Е. А. Шагарова, И. Ю. Горская // Вестник МГПУ. Серия «Естественные науки». – 2021. – С. 56-62. DOI: 10.25688/2076-9091.2021.41.1.6
4. Экспериментальное обоснование применения интеллектуальных сенсорных систем в оценке биомеханических параметров спортивных движений / В. Е. Васюк [и др.] // Российский журнал биомеханики. – 2020. – Т. 24, № 3. – С. 300-311.
5. Horvat, T. The Use of Machine Learning in Sport Outcome Prediction: A Review / T. Horvat, Job J. // WIREs data mining knowledge discovery. – 2020. – № 10. pp. 1380. https://doi.org/10.1002/widm.1380
6. Jang, J. A Unified Deep-Learning Model for Classifying the Cross-Country Skiing Techniques Using Wearable Gyroscope Sensors / Sensors. – 2018. – № 18. pp. 3819. https://doi.org/10.3390/s18113819
7. Kuylenstierna, D. Validation, accuracy and practical use of a power measurement system for cross-country skiing analysis – a pilot study / D. Kuylenstierna, J. Hogstrand, S. Lai, H. Gingsjo, SJ. Lindinger // 2020. – pp. 153-160 DOI: https://www.researchgate.net/publication/340982851
8. Marsland, F. Using micro-sensor data to quantify macro kinematics of classical cross-country skiing during on-snow training / F. Marsland, C. Mackintosh, J. Anson, K. Lyons, G. Waddington, D.W. Chapman // Sports biomechanics. – 2015. № 14. pp. 435-447. https://doi.org/10.1080/14763141.2015.1084033
9. Pousibet-Garrido, A. Gear classification in skating cross-country skiing using inertial sensors and deep learning / A. Pousibet-Garrido, A. Polo-Rodriguez, J.A. Moreno-Perez, I. Ruiz-Garcia, P. Escobedo, N. Lopez-Ruiz, N. Marcen-Cinca, J. Medina-Ouero, M. A. Carvajal // Sensors. – 2024. –№ 24. pp. 6422

REFERENCES:

1. Huseynov D.I., Vasyuk V.E., Yusupov Sh.R. Features of pedagogical evaluation and control of technical training of cross-country skiers based on the indicators of reciprocal coordination of movements // Science and sport: current trends. - No. 3 (Volume 11). – 2023. pp. 56-65 DOI: 10.36028/2308-8826-2023-11-3-56-65
2. Reutskaya, E.A. The ratio of the components of the speed of movement of cross-country skiers at the stages of sports training in individual start competitions / E.A. Reutskaya, T.V. Poltoratskaya // Science and sport: current trends, 2020, vol. 8, No 4, pp. 20-25. DOI: 10.36028/2308-8826-2020-8-4-20-2
3. Shagarova, E.A. Using the Racefox sensor to monitor the special fitness of female cross-country skiers / E.A. Shagarova, I.Yu. Gorskaya // Bulletin of the Moscow State Pedagogical University. The series "Natural Sciences". – 2021. – pp. 56-62. DOI: 10.25688/2076-9091.2021.41.1.6
4. Experimental substantiation of the use of intelligent sensor systems in the assessment of biomechanical parameters of sports movements / V. E. Vasyuk [et al.] // Russian Journal of Biomechanics. – 2020. – Vol. 24, No. 3. – pp. 300-311.
5. Horvat T., Job J. The Use of Machine Learning in Sport Outcome Prediction: A Review. WIREs data mining knowledge discovery, 2020. on. 10. pp. 1380. https://doi.org/10.1002/widm.1380
6. Jang, J. A Unified Deep-Learning Model for Classifying the Cross-Country Skiing Techniques Using Wearable Gyroscope Sensors. Sensors, 2018. on. 18. pp. 3819. https://doi.org/10.3390/s18113819
7. Kuylenstierna D., Hogstrand J., Lai S., Gingsjo H., Lindinger SJ. Validation, accuracy and practical use of a power measurement system for cross-country skiing analysis – a pilot study. 2020. pp. 153-160 DOI: https://www.researchgate.net/publication/340982851
8. Marsland F., Mackintosh C., Anson J., Lyons K., Waddington G., Chapman D.W. Using micro-sensor data to quantify macro kinematics of classical cross-country skiing during on-snow training. Sports biomechanics, 2015. on. 14. pp. 435-447. https://doi.org/10.1080/14763141.2015.1084033
9. Pousibet-Garrido A., Polo-Rodriguez A., Moreno-Perez J.A., Ruiz-Garcia I., Escobedo P., Lopez-Ruiz N., Marcen-Cinca N., Medina-Ouero J., Carvajal M. A. Gear classification in skating cross-country skiing using inertial sensors and deep learning. Sensors, 2024. on. 24. pp. 6422

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Куимов Вадим Юрьевич (Kuimov Vadim Yurievich) – аспирант; Институт физической культуры, спорта и туризма, СФУ; г. Красноярск, ул. Борисова, 5, e-mail: Vadim.Cuimow@yandex.ru, ORCID: 0000-0001-7658-790X

Чикуров Александр Игнатович (Chikurov Alexander Ignatovich) – кандидат педагогических наук, доцент кафедры теоретических основ и менеджмента физической культуры и туризма; Институт физической культуры, спорта и туризма, СФУ; г. Красноярск, ул. Борисова, 5, e-mail: chikurov71@mail.ru, ORCID: 0000-0003-1073-3120

Авторы внесли равноценный вклад в работу / The authors contributed equally to the work

- Поступила в редакцию 17 апреля 2025 г.
- Поступила в редакцию 29 августа 2025 г.
- Submitted to the editorial board on April 17, 2025
- Accepted for publication August 29, 2025

Раскрытие информации о конфликте интересов / Disclosure of conflicts of interest
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов / The author declare no conflict of interest

ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Куимов, В.Ю. Оценка ритмо-структурных характеристик у квалифицированных лыжников-гонщиков при изменении интенсивности нагрузки / В.Ю. Куимов, А.И. Чикуров // Наука и спорт: современные тенденции. – 2025. – Т. 13, № 3 – С. 81-87. DOI: 10.36028/2308-8826-2025-13-3-81-87

FOR CITATION

Kuimov V.Yu., Chikurov A.I. Evaluation of rhythmic and structural characteristics in qualified cross-country skiers with varying load intensity. Science and sport: current trends., 2025, vol. 13, no. 3. – pp. 81-87. DOI: 10.36028/2308-8826-2025-13-3-81-87