ТЕОРИЯ И МЕТОДИКА СПОРТА
(научная специальность 5.8.5)

Культура физическая и здоровье. 2026. № 2 (98). С. 277-280.
Physical Culture and Health. 2026, 2 (98), 277-280.

Научная статья
УДК 796.926
DOI: 10.47438/1999-3455_2026_2_277

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ БИОМЕХАНИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ТЕХНИКИ ГОРНОЛЫЖНИКОВ 8-12 ЛЕТ



Надежда Дмитриевна Алексеева

Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д. Ф. Устинова
Санкт-Петербург, Россия

Старший преподаватель кафедры физического воспитания и спорта
тел.: +7(812)495-77-12, e-mail: alekseeva_nd@voenmeh.ru
ORCID 0009-0002-3675-6419

Аннотация. ***Цель исследования*** – выявить возрастные особенности и степень стабильности биомеханических параметров техники горнолыжников 8-12 лет при свободном катании и в условиях учебной трассы. ***Методы и организация исследования.*** В исследовании приняли участие 87 спортсменов, разделённых на четыре возрастные группы: 8-9 лет (n=26), 10-11 лет (n=27), 12 лет (n=23), а также группа квалифицированных спортсменов 17-35 лет (n=11). Регистрация биомеханических параметров осуществлялась с помощью системы Carv Digital Ski System. Оценивались симметричность поворотов, плавность давления, своевременность инициации, стабильность давления и параллельность ведения лыж. Применялся парный t-критерий Стьюдента. ***Результаты исследования и выводы.*** Установлено, что у спортсменов 8-11 лет наблюдается статистически значимое ухудшение всех параметров техники при переходе от свободного катания к трассе ($p < 0,05$). Наиболее выраженное снижение зафиксировано в своевременности инициации поворота (9,3-12,8%) и стабильности давления (9,9-14,0%). У 12-летних спортсменов по параметрам параллельности, стабильности давления и симметричности значимых различий между условиями не выявлено ($p > 0,05$), что свидетельствует о закреплении устойчивых, но технически несовершенных двигательных паттернов. Коэффициент вариации выполнения элементов в группе 12 лет составляет 8,5-12,1%, что соответствует среднему уровню стабильности. Полученные данные обосновывают необходимость совершенствования методики начальной технической подготовки детей 8-11 лет для предотвращения закрепления ошибочных двигательных стереотипов.

Ключевые слова: горнолыжный спорт, горные лыжи, биомеханика, техническая подготовка, начальная подготовка, детский спорт.

Для цитирования: *Алексеева Н. Д.* Сравнительный анализ биомеханических параметров техники горнолыжников 8-12 лет // Культура физическая и здоровье. 2026 № 2. С. 277-280. DOI: 10.47438/1999-3455_2026_2_277.

Введение

Техническая подготовка в горнолыжном спорте рассматривается как фундамент, определяющий эффективность соревновательной деятельности и возможности дальнейшего спортивного совершенствования [1-2]. Ключевой задачей начальных этапов многолетней подготовки является формирование рациональных двигательных паттернов, обеспечивающих стабильное выполнение технических элементов в вариативных условиях внешней среды. Однако, как показывает практика, существующая система подготовки юных горнолыжников не всегда обеспечивает решение данной задачи в полном объеме.

Большинство исследований, посвященных биомеханике горнолыжного спорта, сосредоточены на анализе техники квалифицированных спортсменов [2-4]. Работы, адресованные начинающим горнолыжникам, как правило, ограничены педагогическими наблюдениями и визуальной экспертной оценкой. Инструментальные методы регистрации кинематических и динамических параметров движений у детей 8-12 лет применяются эпизодически и носят фрагментарный характер. При этом именно данный возрастной диапазон является сенситивным для формирования базовой координации и автоматизации двигательных навыков [4].

Существенным обстоятельством, осложняющим организацию технической подготовки, является расхождение между возрастом фактического начала занятий и возрастом систематической спортивной тренировки. Федеральный стандарт спортивной подготовки регламентирует зачисление в ДЮСШ с 8 лет [6], однако значительная часть детей приходит в спорт, имея 2-3 года стихийно сформированного двигательного опыта, приобретенного в коммерческих инструкторских службах [4]. К моменту перехода к целенаправленной тренировке у многих юных спортсменов уже закреплены нерациональные элементы техники, устойчивые к коррекции.

В связи с этим возникает необходимость объективной количественной оценки параметров техники юных горнолыжников в различных условиях выполнения поворотов. Сравнительный анализ биомеханических характеристик при свободном катании и в условиях учебной трассы позволяет определить степень автоматизации навыков и выявить те элементы техники, которые

© Алексеева Н.Д., 2026

в наибольшей степени подвержены дестабилизации под влиянием внешних факторов.

Цель исследования – выявить возрастные особенности и степень стабильности биомеханических параметров техники горнолыжников 8-12 лет при свободном катании и в условиях учебной трассы.

Материалы и методы исследования

Исследование проводилось на склоне горнолыжного курорта в Ленинградской области. Характеристики склона: длина – 500 м, перепад высот – 85 м, средний уклон – 17°, состояние снежного покрова – укатанный фирн.

В исследовании приняли участие 87 спортсменов, распределенных по четырем группам в соответствии с возрастом, квалификацией и стажем занятий (табл. 1). Группа квалифицированных спортсменов (члены сборных команд России, МСМК и МС) рассматривалась в качестве эталонной, задающей целевые биомеханические ориентиры.

Таблица 1 – Характеристика выборки инструментального исследования

Группа	Возраст (лет)	Квалификация / этап подготовки	Количество (n)	Стаж занятий
1 (эталонная)	17-35	МСМК, МС (сборная России)	11	> 10 лет
2	12	I разряд	23	4-6 лет
3	10-11	Учебно-тренировочный этап	27	2-4 года
4	8-9	Этап начальной подготовки	26	1 год

Для сбора биомеханических данных использовалась цифровая система Carv Digital Ski System. Система включает тензометрические сенсоры (погрешность измерения давления < 2%) и инерциальные измерительные модули, регистрирующие углы закантовки, пространственную ориентацию и ускорения с частотой 1000 Гц. Алгоритмы обработки данных автоматически идентифицируют фазы поворота и вычисляют интегральные показатели техники.

Оценивались пять параметров:

1. Симметричность поворотов;
2. Плавность давления;
3. Своевременность инициации поворота;
4. Стабильность давления;
5. Параллельность ведения лыж.

Каждый испытуемый выполнял спуски в двух стандартизированных условиях:

– свободное катание: 5 спусков по 16 поворотов в обозначенном коридоре шириной 20 м с произвольным ритмом и траекторией;

– учебная трасса: прохождение трассы слалома-гиганта (16 ворот, радиус поворота 20 м), установленной на том же склоне.

Для каждого спортсмена система автоматически формировала данные по всем выполненным поворотам.

Для сравнения показателей в двух условиях применялся парный t-критерий Стьюдента. Статистически значимыми признавались различия при $p < 0,05$.

Результаты

Результаты тестирования пяти ключевых параметров техники в возрастных группах представлены в табл. 2.

Таблица 2 – Сравнение технических показателей в разных возрастных группах (M±σ)

Параметр оценки	Группа	Свободное катание	Трасса	p-значение
Симметричность (%)	Квал. спорт.	98,1±0,9	97,8±1,2	>0,05
	12 лет	78,7±3,5	75,1±4,2	>0,05
	10-11 лет	67,4±5,2	57,8±6,0	<0,05
	8-9 лет	50,5±4,2	38,9±6,7	<0,05
Плавность давления (%)	Квал. спорт.	99,2±0,8	98,8±0,8	>0,05
	12 лет	82,4±3,2	70,6±4,9	<0,05
	10-11 лет	66,2±6,3	59,3±5,7	<0,05
	8-9 лет	53,5±5,6	46,2±6,0	<0,05
Своевременность инициации (%)	Квал. спорт.	99,1±0,6	97,6±0,5	>0,05
	12 лет	71,0±3,2	63,2±3,8	<0,05
	10-11 лет	59,6±3,7	50,3±4,5	<0,05
	8-9 лет	43,7±4,5	35,8±4,1	<0,05
Стабильность давления (%)	Квал. спорт.	98,3±0,7	98,1±0,9	>0,05
	12 лет	66,5±3,7	62,9±2,4	>0,05
	10-11 лет	54,2±4,1	44,3±4,5	<0,05
	8-9 лет	45,8±4,9	31,8±6,3	<0,05
Параллельность лыж (%)	Квал. спорт.	99,5±0,5	98,2±0,7	>0,05
	12 лет	71,4±2,3	68,0±1,5	>0,05
	10-11 лет	62,7±3,4	52,1±2,6	<0,05
	8-9 лет	46,3±4,7	35,1±5,0	<0,05

В группе квалифицированных спортсменов не обнаружено статистически значимых различий между двумя режимами выполнения по всем анализируемым параметрам ($p > 0,05$). Значения всех показателей приближаются к 98-99%, что соответствует эталонному уровню технического мастерства и свидетельствует о полной автоматизации двигательных навыков.

В младших возрастных группах (8-11 лет) наблюдается статистически значимое ухудшение всех параметров при переходе от свободного катания к трассе ($p < 0,05$). Наиболее выраженное снижение зафиксировано:

– по своевременности инициации поворота: разница между условиями составляет 9,3% в группе 10-11 лет и 12,8% в группе 8-9 лет;

– по стабильности давления: разница 9,9% и 14,0% соответственно.

Показатели технической подготовленности в этих возрастных группах находятся в диапазоне средних и низких значений (от 31,8% до 67,4%), что отражает типичные трудности освоения горнолыжной техники на начальном и учебно-тренировочном этапах.

Наиболее информативные результаты получены при анализе группы 12-летних спортсменов. По трем параметрам – параллельности ведения лыж, стабильности давления и симметричности поворотов – не обнаружено статистически значимых различий между свободным катанием и трассой ($p > 0,05$). Это свидетельствует о закреплении устойчивых двигательных паттернов. Однако абсолютные значения данных параметров находятся на невысоком уровне: стабильность давления составляет 62,9-66,5%, параллельность – 68,0-71,4%, симметричность – 75,1-78,7%. Таким образом, у спортсменов 12 лет сформировались устойчивые, но биомеханически нерациональные двигательные навыки, проявляющиеся, в особенности, в недостаточной загрузке внешней лыжи.

При этом по параметрам плавности давления и своевременности инициации поворота в группе 12 лет сохраняются статистически значимые различия между условиями ($p < 0,05$). Показатели плавности снижаются с 82,4% при свободном катании до 70,6% на трассе, своевременность инициации – с 71,0% до 63,2%. Данные аспекты техники, демонстрируя более высокие абсолютные значения, остаются недостаточно автоматизированными и подвержены дестабилизации под влиянием усложняющихся условий.

Анализ стабильности выполнения технических элементов. Дополнительно был проведен анализ коэффициента вариации (CV) выполнения поворотов, характеризующего воспроизводимость движений (таблица 3).

Таблица 3 – Коэффициент вариации выполнения технических элементов (%)

Группа	Свободное катание (M±σ)	Трасса (M±σ)	Уровень стабильности
Квалифицированные спортсмены	4,0 ± 0,9	4,5 ± 1,1	Очень высокий
12 лет	8,5 ± 2,1	12,1 ± 2,8	Средний
10-11 лет	13,8 ± 2,9	20,9 ± 3,5	Низкий
8-9 лет	18,7 ± 3,8	27,3 ± 4,2	Очень низкий

Выявлена четкая возрастная динамика: коэффициент вариации закономерно снижается по мере увеличения возраста и стажа занятий. Квалифицированные спортсмены демонстрируют исключительную стабильность (CV = 4,0-4,5%), что соответствует полной автоматизации. В группе 12 лет CV возрастает до 8,5-12,1% (средняя стабильность), в группах 10-11 лет и 8-9 лет – до 13,8-27,3% (низкая и очень низкая стабильность).

Особого внимания заслуживает увеличение коэффициента вариации при переходе от свободного катания к трассе: в группе 12 лет – на 3,6%, в группе 10-11 лет – на 7,1%, в группе 8-9 лет – на 8,6%. Эта закономерность отражает возрастающую зависимость стабильности техники от условий выполнения по мере уменьшения возраста и уровня подготовленности.

Выводы

1. У спортсменов 8-11 лет наблюдается статистически значимое ухудшение всех биомеханических параметров техники при переходе от свободного катания к условиям учебной трассы ($p < 0,05$). Наибольшую дестабилизацию демонстрируют своевременность инициации поворота (снижение на 9,3-12,8%) и стабильность давления (снижение на 9,9-14,0%), что позволяет квалифицировать данные элементы как наименее автоматизированные и требующие первоочередного методического внимания.

2. У 12-летних спортсменов по трем параметрам (параллельность ведения лыж, стабильность давления, симметричность поворотов) отсутствуют значимые различия между режимами выполнения ($p > 0,05$). Данный факт свидетельствует о закреплении устойчивых, но технически несовершенных двигательных паттернов. Абсолютные значения этих параметров (62-79%) значительно уступают эталонным (98-99%), что указывает на сформировавшийся дефицит базовых навыков. Параметры плавности давления и своевременности инициации поворота у 12-летних спортсменов, несмотря на более высокие абсолютные значения (71-82%), сохраняют статистически значимую зависимость от условий выполнения ($p < 0,05$) и не достигли уровня устойчивой автоматизации.

3. Коэффициент вариации выполнения технических элементов в группе 12 лет составляет 8,5-12,1%, что соответствует среднему уровню стабильности. В группах 10-11 и 8-9 лет CV достигает 13,8-27,3%, что расценивается как низкая и очень низкая стабильность. Возрастная динамика CV подтверждает, что период до 12 лет является критическим для формирования стабильной базовой техники.

4. Полученные данные обосновывают необходимость пересмотра методических подходов к технической подготовке юных горнолыжников. Основной акцент должен быть смещен на следующие элементы: перенос веса на внешнюю лыжу, стабильность давления и своевременная инициация поворота.

Библиографический список

1. Алексеева Н. Д. Перенос веса тела – один из базовых элементов техники в горнолыжном спорте / Н. Д. Алексеева, Н. А. Зиновьев, А. С. Смирнов, А. А. Зиновьев // Учёные записки университета имени П. Ф. Лесгафта. – 2022. – № 6 (208). – С. 7-10.

2. Зиновьев Н. А., Алексеева Н. Д., Смирнов А. С. Работа мышц голени и голеностопа в горнолыжном спорте // Герценовские чтения. Физическая культура и спорт в образовательном пространстве: инновации и перспективы развития: сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции. – Санкт-Петербург, 2024. – С. 294-297.

3. Алексеева Н. Д. Биомеханические фазы выполнения горнолыжного поворота в симуляционном тренажёре / Н. Д. Алексеева, А. А. Ивачев, А. Н. Зиновьев, А. А. Зиновьев // Учёные записки университета имени П. Ф. Лесгафта. – 2019. – № 3 (169). – С. 11-13.

4. Алексеева Н. Д. Применение стелек с датчиками давления в горнолыжном спорте / Н. Д. Алексеева, Н. А. Зиновьев, А. С. Смирнов, П. Б. Святченко // Сборник избранных статей по материалам научных конференций ГНИИ «Нацразвитие»: материалы конференций. – Санкт-Петербург, 2022. – С. 76-77.

5. Алексеева Н. Д. Методика подбора специально-подготовительных упражнений при обучении технике катания на горных лыжах детей 7–10 лет в инструкторских отделах / Н. Д. Алексеева, А. О. Филатов, А. А. Ивачев, А. Н. Зиновьев // Учёные записки университета имени П. Ф. Лесгафта. – 2019. – № 5 (171). – С. 8-12.

6. Федеральный стандарт спортивной подготовки по виду спорта «горнолыжный спорт»: утверждён приказом Минспорта России от 06.12.2022 № 1119. – Москва, 2022. – 26 с. – URL: https://storage.minsport.gov.ru/cms-uploads/cms/migration/2022/doc/06122022/ФССП%20горнолыжный%20спорт.pdf (дата обращения: 18.11.2024).

References

1. Alekseeva N. D., Zinoviev N. A., Smirnov A. S., Zinoviev A. A. (2022), "Perenos vesa tela – odin iz bazovykh elementov tekhniki v gornolyzhnom sporte" [Body weight transfer as one of the basic technical elements in alpine skiing], *Uchenyye zapiski universiteta imeni P.F. Lesgafta* [Scientific Notes of the P.F. Lesgaft University], No. 6 (208), pp. 7-10.
2. Zinoviev N. A., Alekseeva N. D., Smirnov A. S. (2024), "Rabota myshts goleni i golenostopa v gornolyzhnom sporte" [Function of the lower leg and ankle muscles in alpine skiing], *Gertsenovskiye chteniya. Fizicheskaya kul'tura i sport v obrazovatel'nom prostranstve: innovatsii i perspektivy razvitiya* [Herzen Readings. Physical culture and sport in the educational space: innovations and development prospects]: proceedings of the All-Russian scientific-practical conference, St. Petersburg, pp. 294-297.
3. Alekseeva N. D., Ivachev A. A., Zinoviev A. N., Zinoviev A. A. (2019), "Biomekhanicheskiye fazy vypolneniya gornolyzhnogo povorota v simulyatsionnom trenazhere" [Biomechanical phases of an alpine ski turn on a simulation trainer], *Uchenyye zapiski universiteta imeni P. F. Lesgafta* [Scientific Notes of the P. F. Lesgaft University], No. 3 (169), pp. 11-13.
4. Alekseeva N. D., Zinoviev N. A., Smirnov A. S., Svyatchenko P. B. (2022), "Primeneniye stelek s datchikami davleniya v gornolyzhnom sporte" [Application of pressure sensor insoles in alpine skiing], *Sbornik izbrannykh statey po materialam nauchnykh konferentsiy GNII "Natsrazvitiye"* [Collection of selected articles based on the proceedings of scientific conferences of SRI "Natsrazvitiye"], St. Petersburg, pp. 76-77.
5. Alekseeva N. D., Filatov A. O., Ivachev A. A., Zinoviev A. N. (2019), "Metodika podbora spetsial'no-podgotovitel'nykh uprazhneniy pri obuchenii tekhnike kataniya na gornykh lyzhakh detey 7-10 let v instruktorskikh otdelakh" [Methodology of selecting special preparatory exercises when teaching skiing technique to children aged 7–10 years in instructor departments], *Uchenyye zapiski universiteta imeni P. F. Lesgafta* [Scientific Notes of the P.F. Lesgaft University], No. 5 (171), pp. 8-12.
6. Ministry of Sports of the Russian Federation (2022), *Federalnyy standart sportivnoy podgotovki po vidu sporta "gornolyzhnyy sport"* [Federal standard of sports training in the sport of alpine skiing]: approved by Order No. 1119 dated 06.12.2022, Moscow, available at: https://storage.minsport.gov.ru/cms-uploads/cms/migration/2022/doc/06122022/ФССП%20горнолыжный%20спорт.pdf (accessed 18.11.2024).

Поступила в редакцию 14.04.2026
Подписана в печать 30.06.2026

Original article
UDC 796.926
DOI: 10.47438/1999-3455_2026_2_277

COMPARATIVE ANALYSIS OF BIOMECHANICAL PARAMETERS OF TECHNIQUE IN ALPINE SKIERS AGED 8-12 YEARS

Nadezhda D. Alekseeva

Baltic State Technical University "VOENMEH" named after D. F. Ustinov
St. Petersburg, Russia

Senior Lecturer of Departments of physical education and sports
ph.: +7(812)495-77-12, e-mail: alekseeva_nd@voenmeh.ru
ORCID 0009-0002-3675-6419

Abstract. ***The purpose of the study*** is to identify age-related features and the degree of stability of biomechanical parameters of the technique of young alpine skiers aged 8-12 years in free skiing and on a training course. ***Research methods and organization.*** The study involved 87 athletes divided into four age groups: 8-9 years (n=26), 10-11 years (n=27), 12 years (n=23), and a group of elite athletes aged 17-35 years (n=11). Biomechanical parameters were recorded using the Carv Digital Ski System. The assessed parameters included turn symmetry, pressure smoothness, turn initiation timing, pressure stability, and ski parallelism. The paired Student's t-test was applied. ***Research results and conclusions.*** In athletes aged 8-11 years, a statistically significant deterioration of all technical parameters was found when transitioning from free skiing to the course ($p < 0.05$). The most pronounced decrease was recorded in turn initiation timing (9.3-12.8%) and pressure stability (9.9-14.0%). In 12-year-old athletes, no significant differences between conditions were found for parallelism, pressure stability, and symmetry ($p > 0.05$), indicating the consolidation of stable but technically incorrect motor patterns. The coefficient of variation in the 12-year-old group ranges from 8.5% to 12.1%, corresponding to an average level of stability. The obtained data substantiate the need for correction of the training methodology in the age range of 8-11 years in order to prevent the fixation of irrational motor stereotypes.

Keywords: alpine skiing, skiing, biomechanics, technical training, initial training, children's sports.

Cite as: *Alekseeva N. D.* Comparative analysis of biomechanical parameters of alpine skiing technique of 8-12 year olds // Physical Culture and Health. 2026. No. 2. P. 277-280. DOI: 10.47438/1999-3455_2026_2_277.

Received 14.04.2026
Accepted 30.06.2026