

Возрастная динамика спортивной результативности в горнолыжном спорте

Сергеев Геннадий Александрович, кандидат педагогических наук, профессор

Рыбаков Дмитрий Дмитриевич

Национальный государственный Университет физической культуры, спорта и здоровья имени П.Ф. Лесгафта, Санкт-Петербург

Аннотация

Цель исследования – анализ возрастной динамики спортивной результативности в дисциплинах слалом и слалом-гигант у мужчин и женщин на основе данных РУС пунктов.

Методы и организация исследования. Применены статистические методы анализа данных (описательная статистика, непараметрические критерии) с использованием собственной программной разработки. Обработаны данные базовых списков РФГС за 2012-2025 годы.

Результаты исследования и выводы. Установлена U-образная зависимость результативности от возраста с пиком в 25-30 лет. Выявлены гендерные различия: у женщин пик результативности наступает позже (27-30 лет), а ухудшение результатов происходит более плавно. Обнаружены дисциплинарные особенности: в слаломе-гиганте спортсмены дольше сохраняют высокую результативность. Полученные данные могут быть использованы для оптимизации планирования спортивной карьеры и тренировочного процесса.

Ключевые слова: горнолыжный спорт, возрастная динамика, спортивная результативность.

Age-related dynamics of sports performance in alpine skiing

Sergeev Gennady Alexandrovich, candidate of pedagogical sciences, professor

Rybakov Dmitry Dmitrievich

Lesgaft National State University of Physical Education, Sport and Health, St. Petersburg
Abstract

The purpose of the study is to analyze the age-related dynamics of athletic performance in slalom and giant slalom disciplines among men and women based on data from RUS points.

Research methods and organization. Statistical methods of data analysis (descriptive statistics, non-parametric tests) were applied using proprietary software development. Data from the basic lists of the RFGS for the years 2012-2025 were processed.

Research results and conclusions. A U-shaped dependence of performance on age has been established, with a peak at 25-30 years. Gender differences have been identified: in women, the performance peak occurs later (27-30 years), and the decline in results is more gradual. Disciplinary characteristics have been observed: in giant slalom, athletes maintain high performance levels for a longer period. The obtained data can be used to optimize the planning of athletic careers and training processes.

Keywords: alpine skiing, age-related dynamics, sports performance.

ВВЕДЕНИЕ. Горнолыжный спорт, в частности его технические дисциплины — слалом и слалом-гигант, — представляет собой уникальный объект для исследования возрастных аспектов спортивной результативности в силу специфического сочетания требований, предъявляемых к спортсменам. С одной стороны, успешное выступление в этих дисциплинах обусловлено развитием физических качеств, таких как взрывная сила, координация движений и скорость реакции, которые традиционно достигают своего максимума в относительно молодом возрасте. С другой стороны, не менее важную роль играют техническое мастерство, тактическое мышление и способность принимать решения в условиях стресса — компоненты подготовки, которые формируются и совершенствуются на протяжении длительного времени в процессе накопления соревновательного опыта. Это создает сложную взаимосвязь между биологическими и приобретенными факторами, определяющими спортивное долголетие в данных дисциплинах.

Современный горнолыжный спорт характеризуется постоянно возрастающими нагрузками и требованиями к уровню подготовленности спортсменов. Интенсификация тренировочного процесса и увеличение плотности соревновательного

календаря делают вопрос оптимизации возрастных периодов подготовки особенно актуальным. При этом необходимо учитывать, что различные компоненты спортивного мастерства развиваются и достигают своего пика в разные возрастные периоды, что создает необходимость тщательного планирования многолетней подготовки с учетом индивидуальных особенностей спортсменов.

Анализ современных научных публикаций свидетельствует о том, что, несмотря на достаточную изученность общих закономерностей возрастной динамики в различных видах спорта [1, 2], специфика горнолыжного спорта в этом аспекте остается недостаточно исследованной. Существующие работы часто основываются на ограниченных выборках или данных, полученных в рамках отдельных соревнований, что не позволяет выявить устойчивые тенденции, характерные для различных возрастных групп и дисциплин в рамках этого вида спорта. Кроме того, большинство исследований сосредоточено на анализе результатов элитных спортсменов, в то время как динамика результатов спортсменов различной квалификации остается малоизученной.

Особую ценность для проведения углубленного анализа представляет система рейтинга РУС, которая обеспечивает стандартизированную оценку результативности спортсменов на протяжении всего соревновательного сезона. Эта система позволяет проводить сравнительный анализ результатов большого количества спортсменов различного возраста и квалификации, что делает ее незаменимым инструментом для исследования возрастной динамики спортивных результатов. Накопление значительного массива данных за продолжительный период — с 2012 по 2025 год — создает уникальную методологическую основу для проведения масштабного исследования возрастной динамики спортивных результатов в российском горнолыжном спорте, позволяя преодолеть ограничения предыдущих исследований.

Проведение такого исследования особенно важно для разработки научно обоснованных рекомендаций по планированию многолетней подготовки спортсменов, оптимизации тренировочного процесса в различные возрастные периоды, а также для совершенствования системы отбора и прогнозирования спортивных результатов. Полученные данные могут быть использованы тренерами и специалистами для разработки индивидуальных траекторий подготовки спортсменов с учетом их возрастных особенностей и специфики выбранной спортивной дисциплины.

МЕТОДИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ. Эмпирической базой для анализа возрастной динамики результативности послужили данные, полученные из базовых списков РУС-пунктов, публикуемых на официальном сайте Российской федерации горнолыжного спорта (РФГС) по итогам соревновательных сезонов за последние 14 лет. Общий объем обработанных данных составил почти 50 000 индивидуальных результатов, что обеспечило высокую репрезентативность выборки и достоверность полученных выводов. Отбор данных проводился по принципу сплошной выборки, включавшей всех спортсменов, имевших официальный рейтинг РУС в анализируемый период.

Методологическую основу исследования составили современные статистические методы анализа данных, включая методы описательной статистики, анализ распределения данных и сравнение групповых различий с использованием непара-

метрических критериев значимости, что обусловлено особенностями распределения анализируемых показателей. Для оценки достоверности различий между возрастными группами применялся U-критерий Манна-Уитни, а для анализа взаимосвязей между переменными использовались методы корреляционного анализа. Выбор непараметрических методов статистики был обусловлен отсутствием нормального распределения данных в большинстве анализируемых выборок, что подтвердилось с помощью критерия Шапиро-Уилка.

Обработка исходных данных проводилась с применением собственной программной разработки, специально созданной для решения задач настоящего исследования [3]. Данная программа была реализована на языке Python с использованием библиотек Pandas для работы с данными, SciPy для статистического анализа и Matplotlib для визуализации результатов. Программный комплекс включал модули для автоматизированной загрузки и предварительной обработки данных, расчета статистических показателей и построения графических зависимостей.

Важным методологическим аспектом работы стал подход к определению возраста спортсменов. В качестве возраста анализировался не реальный возраст спортсмена на момент публикации базовых списков, а расчетный показатель, вычисленный на основе года рождения и текущего сезона, что полностью соответствует официальным правилам горнолыжного спорта, утвержденным приказом Минспорта России [4]. Такой подход обеспечил сопоставимость данных и соответствие методики исследования общепринятым стандартам в горнолыжном спорте.

Для обеспечения достоверности результатов и исключения потенциально ошибочных данных из итоговой выборки были исключены все значения, превышающие 400 РУС-пунктов, поскольку такие показатели могут свидетельствовать либо о технических ошибках в документации, либо относятся к спортсменам, завершившим активную карьеру, но продолжающим формально числиться в рейтингах.

Организация исследования включала несколько последовательных этапов: сбор и первичная обработка данных, статистический анализ, интерпретация результатов и формулировка выводов. На каждом этапе обеспечивался контроль качества получаемых результатов, включая перекрестную проверку вычислений и верификацию статистических выводов. Разработанная методика может быть использована для проведения аналогичных исследований в других видах спорта, имеющих рейтинговые системы оценки результативности спортсменов.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ. Настоящее исследование представляет собой комплексный анализ возрастной динамики спортивной результативности в горнолыжном спорте, основанный на систематизации и статистической обработке данных за период с 2011/2012 по 2024/2025 годы. Общий объем обработанной информации составил 48 572 результата, что обеспечивает высокую репрезентативность выборки и статистическую значимость полученных выводов. Данные были систематизированы по четырем основным категориям: мужчины в слаломе (12 843 результата), женщины в слаломе (15 572 результата), мужчины в слаломе-гиганте (9 845 результатов) и женщины в слаломе-гиганте (10 312 результатов). Такой объем данных позволяет не только выявить общие закономерности, но и провести детальный сравнительный анализ с учетом гендерных и дисциплинарных особенностей.

Методология исследования включала несколько последовательных этапов. На первом этапе осуществлялась верификация и очистка данных, при этом были исключены результаты, превышающие 400 РУС-пунктов, как потенциально ошибочные или относящиеся к спортсменам, завершившим активную карьеру. Этот подход обеспечил высокое качество исходных данных и достоверность последующего анализа. На втором этапе проводился анализ распределения данных, который показал их отклонение от нормального распределения, что подтвердилось с помощью критерия Шапиро-Уилка ($p < 0,05$ для всех анализируемых групп). Данное обстоятельство обусловило выбор медианных значений в качестве основного аналитического показателя, поскольку медиана является более устойчивой мерой центральной тенденции при работе с данными, имеющими асимметричное распределение.

Детальный анализ выявил выраженную нелинейную зависимость между возрастом спортсменов и их результативностью. На рисунке 1 отчетливо прослеживается U-образная кривая для всех анализируемых групп с минимумом в возрасте 25–30 лет. Полученные данные позволяют выделить четыре четко выраженные фазы возрастной динамики спортивных результатов. Первая фаза (17–22 года) характеризуется наиболее интенсивным улучшением результатов со средним снижением показателей РУС на 12–15 пунктов ежегодно. Этот период соответствует этапу активного становления спортивного мастерства, когда спортсмены одновременно развивают физические качества и осваивают технические элементы. Наибольший прогресс наблюдается в возрасте 17–19 лет, когда ежегодное улучшение результатов достигает 15–18 пунктов.

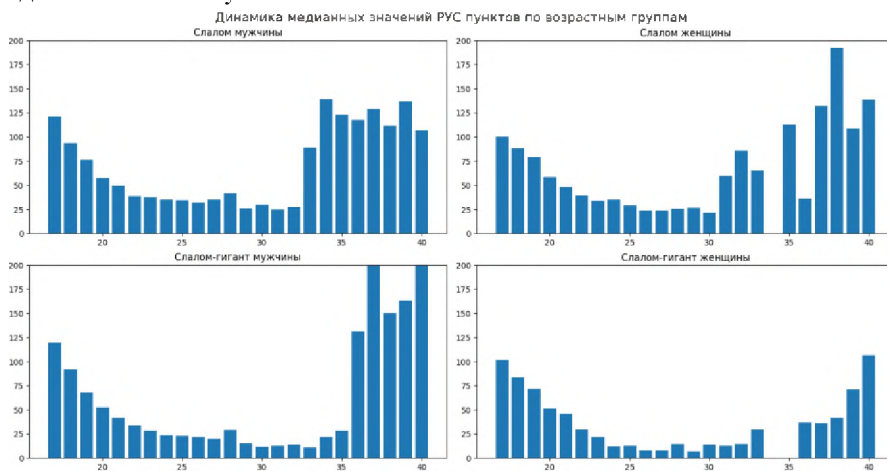


Рисунок 1 – Динамика медианных значений РУС-пунктов по возрастным группам

Вторая фаза (23–27 лет) отличается замедлением темпов улучшения результатов до 3–5 пунктов в год. Такое замедление объясняется достижением спортсменами высокого уровня технической подготовленности и постепенным выходом на плато физических возможностей. В этот период происходит качественное изменение структуры подготовленности: если на предыдущем этапе преобладало развитие физических качеств, то теперь основной акцент смещается на совершенствование

технического мастерства и тактического мышления. Третья фаза (25–30 лет) представляет собой период стабилизации результатов, когда спортсмены демонстрируют наивысшие и наиболее стабильные показатели. Особый интерес представляет анализ четвертой фазы (после 30 лет), характеризующейся ухудшением результатов с различной динамикой в зависимости от пола и спортивной дисциплины.

Статистический анализ с использованием U-критерия Манна-Уитни подтвердил значимость различий между возрастными группами 17 и 25 лет ($p < 0,001$). Расчет коэффициента корреляции Спирмена между возрастом и результативностью показал сильную отрицательную связь ($r = -0,89$) для возрастного диапазона 17–25 лет. В возрасте 25–30 лет наблюдается фаза стабилизации, когда медианные показатели колеблются в относительно узком диапазоне (табл. 1). Отсутствие статистически значимых различий между возрастными группами 25 и 30 лет ($p > 0,05$) подтверждает гипотезу о существовании периода плато максимальной результативности. Этот период характеризуется оптимальным балансом между физической подготовленностью, техническим мастерством и соревновательным опытом.

Таблица 1 – Различия между РУС-пунктами в группах в возрасте 25-30 лет

	Минимум	Максимум	Разница	p-value
Мужчины, слалом	25,85	41,98	16,13	0,96
Женщины, слалом	21,55	28,86	7,31	0,86
Мужчины, слалом-гигант	21,11	29,18	17,97	0,14
Женщины, слалом-гигант	6,94	14,51	7,57	0,58

Анализ гендерных различий выявил существенные особенности в возрастной динамике. У мужчин в слаломе наблюдается резкое ухудшение результатов в 33 года, когда медианное значение увеличивается с 81,3 до 108,9 пункта. В слаломе-гиганте у мужчин аналогичный скачок происходит позже – в 36 лет, с увеличением показателей с 26,3 до 116,1 пункта. У женщин динамика возрастных изменений существенно отличается: в слаломе ухудшение начинается в 31 год с возрастанием показателей с 33,3 до 59,6 пункта, но происходит более плавно, в то время как в слаломе-гиганте отмечается постепенное, но неуклонное ухудшение результатов вплоть до 40 лет. Эти различия могут быть объяснены как биологическими факторами, так и особенностями спортивной специализации.

Исследование также выявило интересные дисциплинарные особенности. Более длительное сохранение высоких результатов в слаломе-гиганте по сравнению со слаломом объясняется различным соотношением физических и технико-тактических компонентов подготовки. Слалом в большей степени зависит от взрывной силы и скорости реакции, которые подвержены возрастным изменениям, тогда как слалом-гигант требует развитого технического мастерства и тактического мышления, которые могут компенсировать естественное снижение физических кондиций. Кроме того, различная длина трасс и количество ворот в этих дисциплинах предъявляют разные требования к физической подготовленности спортсменов.

Дополнительный анализ вариабельности результатов показал, что коэффициент вариации достигает минимальных значений (22–25 %) в период максимальной результативности (25–30 лет). В младших (17–20 лет) и старших (35–40 лет) возрастных группах этот показатель увеличивается до 30–35 %, что свидетельствует

о большей нестабильности результатов на этапах становления и завершения спортивной карьеры. Этот факт имеет важное практическое значение для планирования тренировочного процесса и определения оптимальных периодов для достижения максимальных результатов. Наибольшая стабильность результатов в период расцвета спортивной карьеры объясняется как физиологическими факторами, так и накоплением соревновательного опыта.

Полученные данные позволяют разработать научно обоснованные рекомендации для планирования многолетней подготовки спортсменов. Выявленные закономерности могут быть использованы для оптимизации тренировочных нагрузок в различные возрастные периоды, разработки индивидуальных траекторий подготовки с учетом гендерных и дисциплинарных особенностей, а также для совершенствования системы отбора перспективных спортсменов. Особое значение имеет определение критических возрастных периодов, когда необходимо уделять особое внимание поддержанию физической формы и технического мастерства. Например, для мужчин-слаломистов критическим является возраст 30–33 года, когда наблюдается наиболее выраженное ухудшение результатов.

Проведенное исследование также демонстрирует эффективность использования статистических методов анализа больших данных в спортивной науке. Разработанная методика может быть адаптирована для исследований в других видах спорта, имеющих рейтинговые системы оценки результативности. Дальнейшие исследования в этом направлении могут быть сосредоточены на анализе влияния других факторов на возрастную динамику результатов, таких как индивидуальные особенности спортсменов, специфика тренировочного процесса и соревновательной деятельности. Особый интерес представляет изучение возможностей пролонгирования периода максимальной результативности за счет оптимизации тренировочных нагрузок и совершенствования технической подготовки.

Результаты исследования имеют важное теоретическое и практическое значение для развития горнолыжного спорта. Выявленные закономерности возрастной динамики могут быть использованы при разработке программ многолетней подготовки, планировании спортивной карьеры и оптимизации тренировочного процесса. Полученные данные также представляют ценность для тренеров и специалистов, работающих в области горнолыжного спорта, поскольку позволяют более обоснованно подходить к вопросам планирования подготовки и прогнозирования спортивных результатов.

ВЫВОДЫ. На основании комплексного анализа данных РУС-пунктов установлена выраженная U-образная зависимость между возрастом спортсменов и их результативностью в горнолыжном спорте, характеризующаяся периодом оптимальных результатов в возрасте 25–30 лет, что подтверждается статистически значимыми различиями между младшими и старшими возрастными группами.

Выявлены статистически значимые различия в возрастной динамике спортивных результатов между мужчинами и женщинами: у женщин пик результативности наступает несколько позже, а процесс возрастного ухудшения результатов характеризуется более плавной динамикой по сравнению с мужчинами, что свидетельствует о различных закономерностях спортивного долголетия в зависимости от пола.

Обнаружены существенные дисциплинарные особенности возрастной динамики: в слаломе-гиганте спортсмены демонстрируют более длительное сохранение высокой результативности по сравнению со слаломом, что объясняется различным соотношением физических и технико-тактических компонентов подготовки в этих дисциплинах.

Подтверждена гипотеза о существовании периода плато максимальной результативности (25–30 лет), характеризующегося отсутствием статистически значимых изменений результатов между возрастными группами, что указывает на достижение спортсменами оптимального состояния физической кондиции и технического мастерства.

Разработанная методика статистического анализа данных РУС-пунктов доказала свою эффективность для исследования возрастной динамики спортивных результатов и может быть рекомендована для использования в практике спортивной аналитики и прогнозирования индивидуальных траекторий развития спортсменов.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Allen S. V., Hopkins W. G. Age of peak competitive performance of elite athletes: A systematic review. DOI 10.1007/s40279-015-0354-3 // *Sports Medicine*. 2015. Vol. 45, No 10. P. 1431–1441. EDN: TWBNBI.
2. Baker J., Wattie N., Schorer J. A proposed conceptualization of talent in sport: The first step in a long and winding road. DOI 10.1016/j.psychsport.2018.12.016 // *Psychology of Sport and Exercise*. 2018. Vol. 43.
3. Сергеев Г. А., Рыбаков Д. Д. Тренды параметров соревновательной деятельности в биатлоне по результатам кубка мира в сезонах 2019-2023 годов // *Современная система спортивной подготовки в биатлоне*. Омск, 2025. С. 100–104.
4. Об утверждении Правил вида спорта "горнолыжный спорт" : приказ Министерства спорта Российской Федерации от 19.12.2022 № 1261 (ред. от 05.02.2024). URL: <http://publication.pravo.gov.ru> (дата обращения: 29.09.2025).

REFERENCES

1. Allen S. V., Hopkins W. G. (2015), "Age of peak competitive performance of elite athletes: A systematic review", *Sports Medicine*, Vol. 45, No 10, pp. 1431–1441, DOI 10.1007/s40279-015-0354-3.
2. Baker J., Wattie N., Schorer J. (2018), "A proposed conceptualization of talent in sport: The first step in a long and winding road", *Psychology of Sport and Exercise*, Vol. 43, DOI 10.1016/j.psychsport.2018.12.016.
3. Sergeev G. A., Rybakov D. D. (2025), "Trends in parameters of competitive activity in biathlon based on the World Cup results in the 2019-2023 seasons", *The modern system of sports training in biathlon*, Omsk, pp. 100–104.
4. The Ministry of Sports of the Russian Federation (2022), "On the approval of the Rules of the sport "alpine skiing"", order of dated December 19, 2022 No. 1261 (as amended on February 5, 2024), URL: <http://publication.pravo.gov.ru> (retrieved September 29, 2025).

Информация об авторах:

Сергеев Г. А., заведующий кафедрой теории и методики лыжных видов спорта, ORCID: 0009-0003-3749-0840, SPIN-код 8495-2126.

Рыбаков Д. Д., ORCID: 0009-0000-1844-7618.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила в редакцию 12.09.2025.

Принята к публикации 18.11.2025.