

МОДЕЛЬ НЕИНВАЗИВНОЙ ОЦЕНКИ ЛАКТАТНОГО ПОРОГА В КРОВИ СПОРТСМЕНОВ

Е. Л. Тагирова, А. В. Савелов, Л. Н. Корчевой

Дальневосточная государственная академия физической культуры, Хабаровск, Россия

Аннотация. Статья содержит материалы по разработке и апробации нейросетевой модели для неинвазивной оценки порогового уровня лактата у спортсменов, занимающихся циклическими видами спорта (лыжные гонки, биатлон, спортивное ориентирование). Исследование проводилось методом неинвазивной оценки лактатного порога на выборке высококвалифицированных атлетов.

Данная тема является актуальной в связи с необходимостью оперативного и безопасного мониторинга функционального состояния спортсменов и оптимизации тренировочного процесса без применения стандартных методов оценки. Предложенный метод позволяет отказаться от инвазивных заборов крови, обеспечивая оперативный мониторинг метаболического статуса в тренировочном процессе. Результаты подтверждают практическую ценность технологии для персонализации нагрузок и профилактики перетренированности.

Ключевые слова: *уровень лактатного порога, неинвазивная оценка, нейросети, машинное обучение, частота сердечных сокращений, потребление кислорода, тренировочный процесс, ПАНО.*

Актуальность. На эффективность тренировочного процесса в циклических видах спорта оказывают влияние многочисленные факторы. Одним из важных показателей является функциональная возможность сосудистой, легочной и сердечной систем поддерживать у спортсменов продолжительную физическую активность, повышать выносливость и работоспособность.

Главной задачей тренера на этапе тренировочного и соревновательного процессов является управление состоянием спортсмена [5]. По словам А. С. Добровольского в связи с ростом прогрессирующих требований к результативности спортсменов в различных видах спорта важным становится своевременное получение тренером сведений о состоянии здоровья спортсмена и его индивидуальных особенностях для достижения более высоких результатов и предупреждения заболеваний.

Для спортсменов высокой квалификации особенно важна характеристика, отражающая максимальную возможность организма эффективно использовать уровень кислорода в крови. Данный фактор выражается в показателях аэробной мощности и аэробной производительности и показывает способность спортсмена выдерживать различные уровни нагрузки и повышать физическую работоспособность [1; 4]. При увеличении физических нагрузок на организм в артериальной крови спортсмена растет уровень лактата [7]. Изучение влияния степени воздействия «закисления» спортсмена во время интенсивной физической нагрузки

на состояние его функциональных систем свидетельствует о том, что тренированные атлеты в аналогичных условиях концентрации молочной кислоты (лактата) в капиллярной крови способны показывать более высокую интенсивность (скорость) движений и, соответственно, лучшую способность противостоять утомлению.

Процесс определения концентрации лактата в крови — это инструмент повседневной работы тренеров и спортсменов, который позволяет оптимизировать физическую подготовку непосредственно в условиях спортивной практики за счет оценки эффективности тренировочного процесса, интенсивности максимальных усилий, скорости восстановления организма, степени активности процессов окисления жиров в организме, индивидуальных особенностей функционирования мышечной массы, а также предупреждения перетренированности и повышения порога утомляемости спортсменов [9].

Цель исследования заключается в разработке и экспериментальном обосновании системы неинвазивной оценки уровня лактата у спортсменов циклических видов спорта на основе регрессионной модели, реализованной с использованием методов машинного обучения и искусственных нейронных сетей.

Методы и организация исследования. Эмпирическое исследование было выполнено в период с мая по сентябрь 2025 г. на базе кафедры «Спорт» и лаборатории «Биомеханики и функциональных

возможностей человека» ФГБОУ ВО «Дальневосточная государственная академия физической культуры» (г. Хабаровск) (далее — ДВГАФК). В выборку были включены высококвалифицированные спортсмены циклических дисциплин (лыжные гонки, биатлон и спортивное ориентирование) Хабаровского края и Дальневосточного федерального округа. Все участники имели спортивную квалификацию от I разряда до уровня мастера спорта международного класса и находились в возрастном диапазоне 18–25 лет.

Первичный этап работы, проведённый в мае 2025 г., был направлен на комплексную оценку физической работоспособности, функционального состояния ведущих систем организма и уровня специальной подготовленности спортсменов. Для этого использовались стандартные диагностические процедуры и оборудование лаборатории, в том числе с участием профильных специалистов.

Прогнозная модель для оценки лактата создавалась на основе данных 179 спортсменов по результатам прохождения максимального ступенчатого теста с измерением уровня лактата. На этапе исходного обследования выполнялось антропометрическое тестирование: измерялись рост и масса тела, рассчитывался индекс массы тела. Дополнительно проводилось анкетирование, позволившее собрать сведения о спортивном стаже, структуре тренировочного процесса, недельном объёме нагрузки, режиме участия в соревнованиях и основных спортивных достижениях по профилирующей дисциплине. Такая комбинация объективных и субъективных показателей обеспечила характеристику контингента и оценку исходного уровня их подготовленности.

Все спортсмены прошли исходное функциональное тестирование, включавшее контрольные испытания на выносливость. Ключевым элементом протокола был максимальный ступенчатый тест на моторизованной беговой дорожке «HP COSMOS Pulsar», позволивший оценить аэробную и анаэробную выносливость. В ходе теста регистрировались максимальная скорость, достигнутая на уровне анаэробного порога (АнП), максимальное потребление кислорода (МПК, мл/мин/кг), показатели мощности и экономичности, а также более 30 дополнительных физиологических и эргометрических параметров.

Уровень аэробной работоспособности оценивался главным образом по функциональным возможностям сердечно-сосудистой и дыхательной систем. В качестве исходных количественных характеристик использовались минутное потребление кис-

лорода (VO_2), продукция углекислого газа (VCO_2) и частота сердечных сокращений (ЧСС).

Благодаря тестированию были зафиксированы следующие показатели: время (мин: сек), скорость (км/ч), La (концентрация лактата в капиллярной крови, ммоль/л), ЧСС (частота сердечных сокращений, уд/мин), $VO_{2abс}$ (потребление кислорода, л/мин), $VO_{2отн}$ (относительное потребление кислорода, мл/мин/кг), VE (вентиляция легких, л/мин), КИО2 (коэффициент использования кислорода, %), КП (кислородный пульс, мл/уд), ДК (дыхательный коэффициент), ЧД (частота дыхания, цикл/мин). Общий датасет содержал 746 записей.

Результаты исследования. Аэробный метаболизм в организме человека вырабатывает энергию, достаточную для физических занятий низкой или средней нагрузки. Большая по степени интенсивности нагрузка приводит к образованию в мышцах молочной кислоты (лактата), которая тормозит их сократительную деятельность, тем самым вызывая быстрое утомление и накопление усталости у спортсменов. Таким образом, уровень концентрации лактата в крови является информативным показателем «усталости» в мышцах спортсмена, а также физического и (или) метаболического утомления [2]. Прослеживается зависимость: чем выше интенсивность физической нагрузки, тем больше становится концентрация лактата в крови. Наличие высокого лактатного порога позволяет спортсменам поддерживать высокую скорость передвижения без признаков явного утомления. Организм быстрее восстанавливается, что позволяет избегать переутомления [1; 6].

Перед тренером ставится задача эффективного использования свойств организма по утилизации молочной кислоты во время увеличения физических нагрузок. Благодаря возможности определять уровень лактата на всех этапах тренировочного и соревновательного процессов при увеличении физической нагрузки стало реальным определить первый пороговый уровень (аэробный порог) и второй пороговый уровень (анаэробный порог) спортсмена. Циклические локомоции относятся к видам спорта, где от спортсменов требуется выносливость, способность организма в большом количестве вырабатывать энергию и быстро восстанавливать силы [8].

На базе ДВГАФК была разработана и апробирована экспериментальная методика бесконтактной (неинвазивной) оценки уровня лактата у спортсменов. Подход основывался на использовании технологий машинного обучения: формировалась регрессионная модель на основе искусственных

нейронных сетей, которая обучалась по совокупности неинвазивно регистрируемых параметров (кардиореспираторные показатели, характеристики внешней нагрузки и др.) и соответствующих значений концентрации лактата в крови.

Полученная нейросетевая модель рассматривалась как основной инструмент для последующего прогноза уровня лактата без необходимости прямого забора крови, что обеспечило возможность оперативного мониторинга метаболического состояния спортсменов непосредственно в процессе тренировок.

В тестировании разработанной программы принимали участие 6 спортсменов (табл. 1).

Таблица 1

Список участников тестирования

id	Пол	Возраст	Рост (см)	Вес(kg)
ID1	Женщина	22	168	54
ID2	Женщина	20	160	67
ID3	Мужчина	20	180	78
ID4	Женщина	18	173	58
ID5	Женщина	19	175	67
ID6	Мужчина	19	176	68

Для достоверной оценки предложенной модели все участники эксперимента до и после проведе-

ния испытания ответили на ряд вопросов, ответы на которые позволили сравнить личные впечатления испытуемых относительно самочувствия на разных этапах увеличения нагрузки. Эти впечатления сравнивались с изменениями показателей лактата, которые были зафиксированы моделью.

Предсказываемой целевой переменной (таргетом) явилась концентрация лактата (La) в капиллярной крови (ммоль/л). Предстояло построить регрессионную модель, которая могла бы предсказывать уровень лактата у спортсменов в виде непрерывных чисел. Результаты тестирования представлены на рисунках 1–7.

В результате самооценки самочувствия спортсмен № 1 заметил, что первые признаки усталости наблюдались при скорости 11–12 км/ч.

Участница эксперимента № 2 сообщила, что во время проведения испытания у нее начались проблемы с дыханием, и из-за фокуса внимания на этой проблеме она не смогла точно определить наступление мышечной усталости.

Спортсмен № 3 не испытывал усталости и был готов продолжить участие в эксперименте.

Участница № 4 поделилась, что она особо не заметила конкретных изменений в нагрузке, однако почувствовала сильную усталость после достижения скорости 12 км/ч, причем ощущение

Спортсмен ID1

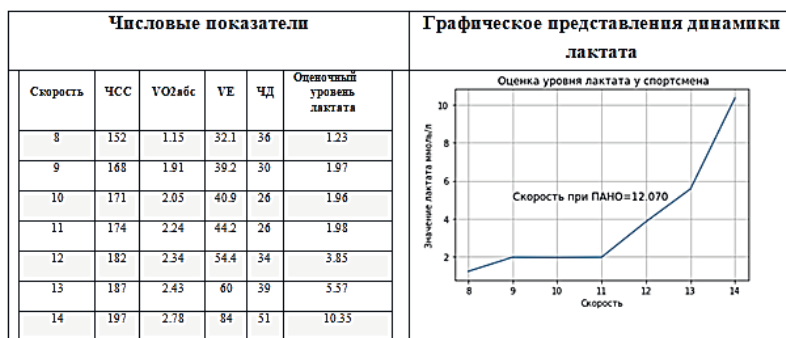


Рис. 1. Результаты тестирования спортсмена с ID1

Спортсмен ID2



Рис. 2. Результаты тестирования спортсмена с ID2

Спортсмен ID3

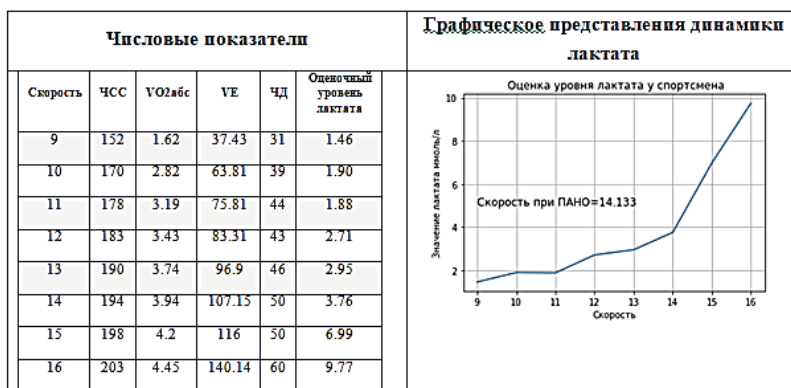


Рис. 3. Результаты тестирования спортсмена с ID3

Спортсмен ID4

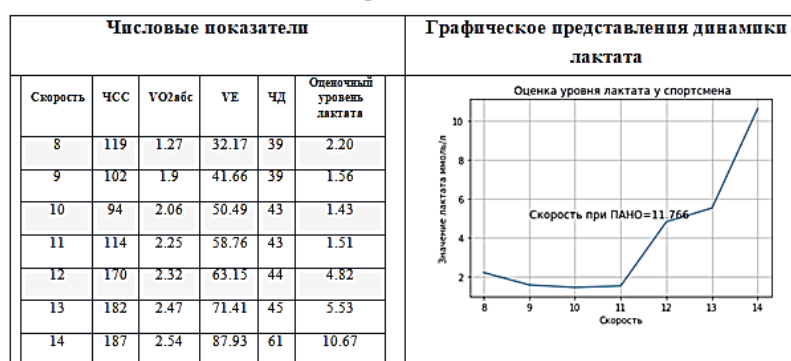


Рис. 4. Результаты тестирования спортсмена с ID4

Спортсмен ID5



Рис. 5. Результаты тестирования спортсмена с ID5

Спортсмен ID6

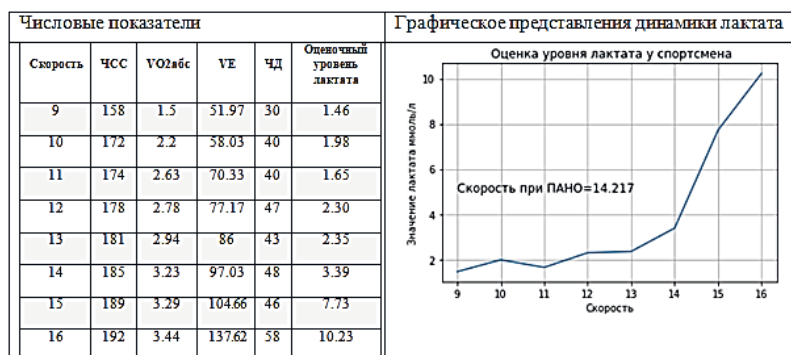


Рис. 6. Результаты тестирования спортсмена с ID6

усилилось ближе к финальному этапу проведения эксперимента.

Участница № 5 вообще не заметила каких-либо изменений в своем организме.

Спортсмен № 6 отметил, что из-за недавней болезни он не смог показать хороший результат, раскрыв максимум своих возможностей. Тяжесть в теле у него появилась, когда была достигнута скорость 15 км/ч.

Косвенно подтвердить правильность расчетов изменения уровня лактата можно посредством анализа частоты сердечных сокращений и величины относительного показателя максимального потребления кислорода (% МПК) (табл. 2).

Таблица 2

Расчетное значение динамики лактата

id	пол	ЧСС при ПАНО	Доля ЧСС от максимальной	% МПК при ПАНО
ID1	ж	182.6	0.93	0.844
ID2	ж	183.9	0.98	0.885
ID3	м	193.3	0.95	0.892
ID4	ж	126.2	0.68	0.906
ID5	ж	162.8	0.90	0.872
ID6	м	184.9	0.96	0.936

Модель строилась на ключевых признаках, таких как скорость передвижения, частота сердечных сокращений, общее потребление кислорода, объём вентиляции лёгких и частота дыхательных циклов. Основная задача, которую необходимо было решить с помощью построенной модели, максимально точно предсказывать целевую переменную (таргет), являющуюся концентрацией лактата в капиллярной крови (ммоль/л). Таким образом, перед исследователями стояла задача раз-

работки регрессионной модели, способной давать численные прогнозы уровня лактата на основании указанных факторов.

Для нахождения лучшего решения при построении модели использовались различные алгоритмы машинного обучения. Максимальной точности и достоверности достигла модель, построенная на основе нейронной сети.

Обработка данных и построение моделей осуществлялись на языке программирования Python; для построения нейронной сети использовался фреймворк TensorFlow version 2.20.0 (дистрибутив Anaconda 3.13). Оценка точной скорости спортсмена, при которой наступает ПАНО, проводилась с помощью полинома n-степени, где степень полинома подбиралась так, чтобы он максимально точно описывал лактатную кривую.

Опираясь на утверждение Дж. Х. Уилмора и Д. Л. Костилла [3], согласно которому у нетренированных людей порог лактата обычно наблюдается при 50–60 % МПК, а у сильнейших спортсменов, занимающихся видами спорта, требующими проявления выносливости, порог лактата достигается при 70–80 % МПК, следует учитывать возможное отклонение прогнозируемых значений анаэробного порога при концентрации лактата 4 ммоль/л.

На графике (рис. 7) представлено сравнение фактических и расчетных/прогнозных оценок лактата (данные для наглядности отсортированы по возрастанию).

Результаты проведенного эксперимента показали приемлемые для спортивной диагностики отклонения (0,9031 ммоль/л на обучающей выборке и 1,0112 ммоль/л на тестовой). Уровень лактатного порога при проведении эксперимента у спортсменов, рассчитанный разработанной моделью, достигал 70–90 % от МПК. Это соответствует норме

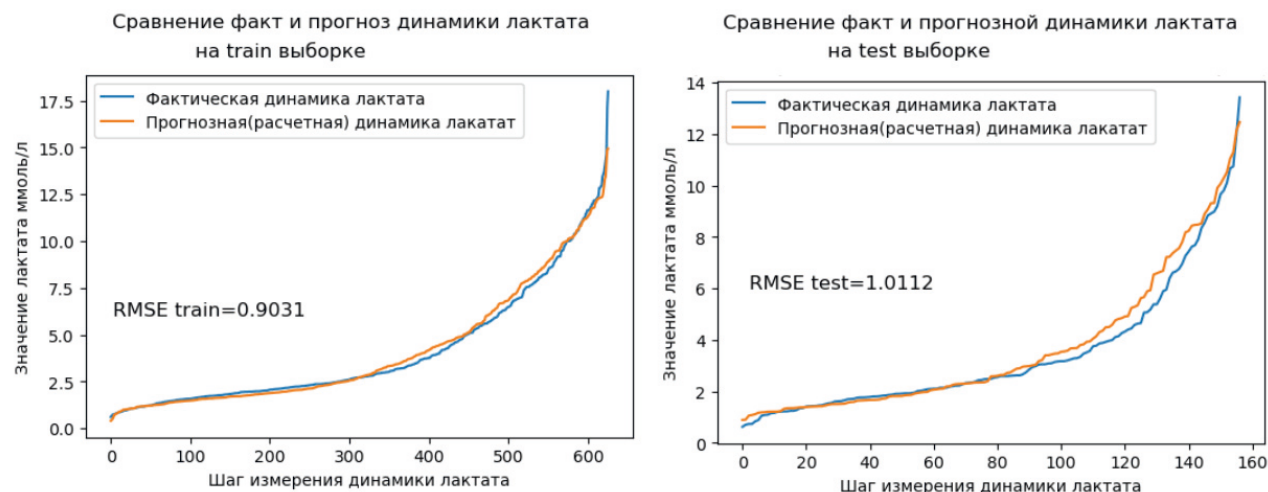


Рис. 7. Сравнение оценки уровня лактата через фактические и прогнозные данные

для всех видов спорта, требующих высокой выносливости спортсменов. Данные результаты тестирования позволяют утверждать о возможности использования неинвазивного метода для объективной оценки лактатного порога без лабораторных исследований крови.

Заключение. Внедрение данной технологии позволяет отойти от проблем, связанных с инвазивной оценкой; в частности, отпадает необходимость в заборе крови у спортсменов. Модель может оценивать динамику роста лактата в режиме реального времени, используя такие данные как ЧСС, скорость, вентиляция легких. При стандартном определении уровня лактата данный процесс является ступенчатым. Кроме того, модель учитывает индивидуальные метаболические особенности, что позволяет тренеру определить уровень нагрузки персонально для каждого спортсмена.

Тем не менее для успешной реализации данного метода и эффективного использования в спортивной практике необходимо учитывать ряд требований, таких как качество входных данных (достоверность показателей датчиков), текущее состояние спортсмена, постоянное дообучение модели. Как показали результаты эксперимента, перенесенные заболевания могут повлиять на результат тестирования. Следовательно, для определения лактатного порога необходимо использовать модель в комплексе с субъективной оценкой самочувствия спортсмена (через опросы).

Для повышения универсальности и точности прогноза требуется дальнейшее расширение и диверсификация датасета, в том числе за счёт включения представителей других видов спорта и различных этапов годового тренировочного цикла. В настоящем исследовании апробация проводилась преимущественно на спортсменах лыжных дисциплин, тогда как нейросетевая архитектура потенциально пригодна для адаптации под широкий спектр циклических и смешанных видов спорта. Разработанное программное обеспечение может быть интегрировано в тренировочный процесс в качестве вспомогательного инструмента для оперативного мониторинга функционального состояния, оценки лактатного порога и контроля восстановления после нагрузок, что создаёт дополнительные возможности для оптимизации объёма и интенсивности тренировок и профилактики перетренированности.

На следующем этапе целесообразно сосредоточиться на увеличении объёма обучающей выборки,

тестировании модели в различных соревновательных дисциплинах и интеграции алгоритмов в носимые устройства или мобильные приложения, что позволит сделать неинвазивный контроль лактата доступным непосредственно «в поле» для тренеров и спортсменов.

Список литературы

1. Бахарева, А. С. Особенности функционального ответа организма лыжников-гонщиков с различными скоростными показателями в нагрузочном тесте / А. С. Бахарева, Д. З. Шибкова, В. В. Эрлих // Современные вопросы биомедицины. 2022. Т. 6, № 2.
2. Головин, М. С. Особенности изменения глюкозы и лактата крови при беге у спортсменов с разным типом нервно-мышечного аппарата / М. С. Головин, Ю. А. Греф, А. В. Егоров, Е. И. Головина // Физическая культура. Спорт. Здоровье. 2022. № 1. С. 52–57.
3. Уилмор, Дж. Х., Костилл Д. Л. Физиология спорта / Дж. Х. Уилмор, Д. Л. Костилл. Киев, 2001. 506 с.
4. Мищенко, В. С. Функциональные возможности спортсмена / В. С. Мищенко. Киев: Здоровье, 1990. 200 с.
5. Николаев, А. А. Измерение и анализ лактат-проб как один из методов оценки тренировочного процесса у высококвалифицированных спортсменов-гиревиков / А. А. Николаев, Л. Е. Медведева // Наука и спорт: современные тенденции. 2017. Т. 17, № 4 (17). С. 56–60.
6. Охлопкова, Е. Д. Исследование уровня лактата в сыворотке крови спортсменов единоборцев, тренирующихся в условиях Крайнего Севера / Е. Д. Охлопкова, Л. И. Константинова, Л. Д. Олесова, Е. И. Семенова, А. И. Яковлева, Г. Е. Миронова // Якутский медицинский журнал. 2019. № 3. С. 48–50.
7. Приходько, А. Ю. Морфологические показатели физической работоспособности и биохимический профиль юношей с разным уровнем стрессоустойчивости и негативизма / А. Ю. Приходько, М. С. Головин, С. Н. Герасимов и др. // Человек. Спорт. Медицина. 2025. Т. 25, № S1. С. 40–51.
8. Jesús Torres-Pérez, Eneko Fernández-Peña, Alexa Callovini, Aitor Pinedo-Jauregi (2025). Lactate Thresholds and Performance in Young Cross-Country Skiers Before and After the Competitive Season: Insights from Laboratory Roller-Ski Tests in Normoxic and Hypoxic Conditions. *Sports* 2025, 13 (10). P. 344.
9. Bakhareva A. Determination of anaerobic threshold power during the ski ergometer step test with increasing load using heart rate data / A. Bakhareva, V. Cherepanov, E. Bykov, G. Budanov // *Human. Sport. Medicine*. 2020. Vol. 20, № 4. Pp. 25–30.

Поступила в редакцию 06.02.2026; одобрена после рецензирования и принята к публикации 15.04.2026.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Тагирова, Е. Л. Модель неинвазивной оценки лактатного порога в крови спортсменов / Е. Л. Тагирова, А. В. Савелов, Л. Н. Корчевой // Физическая культура. Спорт. Туризм. Двигательная рекреация. 2026. Т. 11, № 2. С. 135–142. DOI: 10.47475/2500-0365-2026-11-2-135-142

Сведения об авторах

Тагирова Елена Леонтьевна — доцент кафедры медико-биологических технологий и биомеханики, Дальневосточная государственная академия физической культуры, Хабаровск, Россия. **SPIN-код:** 1333-1142. **Author ID:** 931404. **E-mail:** len_tag@mail.ru

Савелов Алексей Владимирович — преподаватель кафедры медико-биологических технологий и биомеханики, Дальневосточная государственная академия физической культуры, Хабаровск, Россия. **SPIN-код:** 2499-9180. **Author ID:** 1335194. **E-mail:** asav@mail.ru

Корчевой Леонид Николаевич — профессор кафедры спорта, Дальневосточная государственная академия физической культуры, Хабаровск, Россия. **SPIN-код:** 3926-9861. **Author ID:** 875035. **E-mail:** korleoni@list.ru

PHYSICAL CULTURE. SPORT. TOURISM. MOTOR RECREATION
2026, vol. 11, no. 2, pp. 133–142.

A Model for Non-Invasive Assessment of Lactate Threshold in Blood of Athletes

Tagirova E.L., Savelov A.V., Korchevoy A.V.

Far Eastern State Academy of Physical Culture, Khabarovsk, Russia

Abstract. This article contains data on the development and validation of a neural network model for non-invasively assessing lactate threshold levels in athletes engaged in cyclic sports (cross-country skiing, biathlon, and orienteering). The study was conducted using a non-invasive lactate threshold assessment method on a sample of highly qualified athletes. This topic is relevant due to the need for rapid and safe monitoring of athletes' functional status and optimization of training without the use of standard assessment methods. The proposed method eliminates the need for invasive blood sampling, providing rapid monitoring of metabolic status during training. The results confirm the practical value of this technology for personalizing training loads and preventing overtraining.

Keywords: *lactate threshold level, non-invasive assessment, neural networks, machine learning, heart rate, oxygen consumption, training process, PANO.*

References

1. Bakhareva A.S., Shibkova D.Z., V.V. Erlich V.V. Osobennosti funktsionalnogo otveta organizma lyzhnikov-gonshikov s razlichnymi skorostnymi pokazatelyami v nagruzochnom teste [Features of the functional response of cross-country skiers with different speed indicators in a load test]. *Sovremennye voprosy biomeditsiny* [Modern issues in biomedicine], 2022, vol. 6, no. 2. (In Russ.).

2. Golovin M.S., Gref Yu.A., Egorov A.V., Golovina E.I. Osobennosti izmeneniya glyukozy i laktata krovi pri bege u sportsmenov s raznym tipom nervno-myshechnogo apparata [Features of changes in blood glucose and lactate during running in athletes with different types of neuromuscular apparatus]. *Fizicheskaya kultura. Sport.*

Zdorove [Physical culture. Sport. Health], 2022, № 1, pp. 52–57. (In Russ.).

3. Wilmore J.H., Costill D.L. Fiziologiya sporta [Physiology of Sport]. Kiev, 2001. 506 p. (In Russ.).

4. Mishchenko V.S. Funktsionalnye vozmozhnosti sportsmena [Athlete's Functional Capabilities]. Kiev, 1990. 200 p. (In Russ.).

5. Nikolaev A.A., Medvedeva L.E. Izmerenie i analiz laktat-prob kak odin iz metodov ocenki trenirovochnogo processa u vysokokvalificirovannykh sportsmenov-girevikov [Measurement and analysis of lactate samples as one of the methods for assessing the training process in highly qualified kettlebell lifters]. *Nauka i sport: sovremennye tendentsii* [Science and Sport: Current Trends], 2017, vol. 17, no. 4 (17), pp. 56–60 (In Russ.).

6. Okhlopkova E.D., Konstantinova L.I., Olesova L.D., Semenova E.I., Yakovleva A.I., Mironova G.E. Issledovanie urovnya laktata v syvotke krovi sportsmenov edinoborcev, treniruyushihnya v usloviyah Krajnego Severa [Study of lactate levels in the blood serum of combat athletes training in the Far North]. *Yakutskij medicinskij zhurnal* [Yakut Medical Journal], 2019, № 3, pp. 48–50. (In Russ.).

7. Prikhodko A. Yu., Golovin M. S., Gerasimov S. N. et al. Morfologicheskie pokazateli fizicheskoy rabotosposobnosti i biohimicheskij profil yunoshej s raznym urovnem stressoustojchivosti i negativizma [Morphological indices of physical performance and biochemical profile of young men with different

levels of stress resistance and negativism]. *Chelovek. Sport. Medicina* [Man. 8. Jesús Torres-Pérez, Eneko Fernández-Peña, Alexa Callovini, Aitor Pinedo-Jauregi (2025). Lactate Thresholds and Performance in Young Cross-Country Skiers Before and After the Competitive Season: Insights from Laboratory Roller-Ski Tests in Normoxic and Hypoxic Conditions. *Sports*. 2025, 13 (10), 344.

9. Bakhareva A. Determination of anaerobic threshold power during the ski ergometer step test with increasing load using heart rate data / A. Bakhareva, V. Cherepanov, E. Bykov, G. Budanov. *Human. Sport. Medicine*. 2020. Vol. 20, № 4. Pp. 25–30.

Information about the authors

Tagirova Elena Leontyevna — Associate Professor, Department of Medical and Biological Technologies and Biomechanics, Far Eastern State Academy of Physical Culture, Khabarovsk, Russia. **SPIN-код:** 1333-1142. **Author ID:** 931404. **E-mail:** len_tag@mail.ru

Savelov Aleksey Vladimirovich — Lecturer, Department of Medical and Biological Technologies and Biomechanics, Far Eastern State Academy of Physical Culture, Khabarovsk, Russia. **SPIN-код:** 2499-9180. **Author ID:** 1335194. **E-mail:** asav@mail.ru

Korchev Leonid Nikolaevich — Professor, Department of Sports, Far Eastern State Academy of Physical Culture, Khabarovsk, Russia. **SPIN-код:** 3926-9861. **Author ID:** 875035. **E-mail:** korleoni@list.ru.



Это произведение доступно по лицензии Creative Commons «Attribution-NonCommercial» («Атрибуция — Некоммерческое использование») 4.0 Всемирная — <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>