



УДК 004.89 : 796.015 : 612.172

Алгоритм и прототип компьютерной программы для оперативного определения анаэробной дозы физической нагрузки на основе данных пульсометрии

Д. В. Авдеев¹, А. М. Андреева^{1,2}, Е. А. Крикленко²

¹Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет спорта «ГЦОЛИФК», Москва, Россия

²Федеральное государственное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр оригинальных и перспективных биомедицинских и фармацевтических технологий», Москва, Россия

Аннотация

Актуальность. В процессе научно-исследовательской, тренерской и спортивной практики возникает необходимость оперативного мониторинга анаэробной составляющей физической нагрузки. Этот показатель может быть рассчитан на основе данных пульсометрии, однако в настоящее время практически отсутствуют комплексные отечественные программные решения, автоматизирующие процесс вычислений и позволяющие получать результаты сразу после завершения тренировки.

Цель. Разработать алгоритм расчета показателя анаэробной части дозы физической нагрузки и прототип компьютерной программы для оценки параметров физической работоспособности по данным пульсометрии при выполнении нагрузочных тестов.

Методика. В качестве примера нагрузочной пробы для разработки алгоритма был применен тест PWC170, проводимый с использованием степ-эргометрии, при этом разработанная методика может быть адаптирована для других типов нагрузочных проб.

В основе программы лежат расчеты интенсивности накопления пульсового долга (ИНПД) и удельной интенсивности физиологических затрат (УИФЗ) по полученной ЧСС с пульсометра Polar H10 (по протоколу Bluetooth), закрепленного на испытуемом, во время проведения пробы. Результат работы программы, созданной с использованием JavaScript и HTML, в виде расчетных показателей нагрузки спортсмена (всего 9 параметров) отображается сразу после завершения теста.

Результаты. При использовании в качестве примера нагрузочной пробы теста PWC170 был разработан новый алгоритм расчета показателя анаэробной части дозы физической нагрузки по данным пульсометрии. На основе указанного алгоритма создан прототип программного обеспечения для расчета 9 параметров физической нагрузки, включая показатель анаэробности нагрузки, непосредственно после выполнения теста, который в настоящее время представлен для свободного использования (<https://github.com/Denisqe/box>).

Выводы. Программное решение значительно ускоряет процесс обработки данных пульсометрии, обеспечивая практически мгновенное получение результатов расчетов после выполнения любых нагрузочных тестов. Это позволяет повысить эффективность контроля физической работоспособности и скорость принятия тренерских решений, тем самым улучшая качество мониторинга физического состояния спортсменов.

Ключевые слова: анаэробная физическая нагрузка, прототип программы, алгоритм, параметры физической работоспособности, интенсивность накопления пульсового долга, удельная интенсивность физиологических затрат

Development of an algorithm and software prototype for real-time assessment of anaerobic exercise load using heart rate monitoring data

D. V. Avdeev^{1,2}, A. M. Andreeva^{1,2}, E. A. Kriklenko²

¹Federal State Budget Educational Institution of Higher Education “The Russian University of Sport “SCOLIPE”, Moscow, Russia

²Federal State Budgetary Scientific Institution “Federal Research Center for Innovator and Emerging Biomedical and Pharmaceutical Technologies”, Moscow, Russia

Abstract

Relevance. Scientific research, coaching, and athletic training require real-time monitoring of key parameters such as the anaerobic component of exercise. This metric can be derived from heart rate data. However, there are currently no comprehensive domestic software solutions available that can automate these calculations and provide immediate post-exercise results.

Aim. To develop an algorithm for real-time calculation and display of anaerobic load, as well as a prototype computer program to assess physical performance parameters based on heart rate data collected during standardized exercise tests.

Methods. The algorithm development utilized the PWC170 test as a primary validation protocol. The proposed methodology can be extended to other exercise testing modalities. Heart rate parameters were derived from continuous heart rate monitoring using a Polar H10 chest strap, with real-time data acquisition through Bluetooth.

The implementation was achieved through a client-side web application using JavaScript (ECMA6+) and HTML5. The system generates and displays a comprehensive panel of exercise load parameters after the test. This near-instant analytical capability provides advantages for real-time training monitoring and physiological assessment.

Results. The study successfully developed an innovative algorithm for real-time assessment of anaerobic exercise load components using heart rate data. This computational approach allows for precise quantification of the anaerobic contribution through advanced processing of cardiometric parameters. The software solution generates nine key performance metrics immediately after the test, with a particular focus on anaerobic load evaluation. The prototype has been made publicly available as a web application that is compatible with standard heart rate monitors, demonstrating practical utility for sports science applications (<https://github.com/Denisqe/box>).

Conclusions. The developed software allows for real-time processing of heart rate data, instantly calculating exercise parameters after the test. This improves the efficiency of training monitoring and decision-making, while maintaining scientific accuracy. It offers a practical tool for sports science applications, combining methodological rigor with operational speed to provide reliable physiological assessments. The immediate feedback and precision of the solution make it valuable for both research and athletic training.

Keywords: anaerobic exercise, program prototype, algorithm, physical performance indicators, pulse debt accumulation intensity, specific physiological cost intensity

Введение

Современные цифровые технологии в области спортивной физиологии предлагают широкий спектр программно-аппаратных решений для мониторинга сердечного ритма при выполнении физических нагрузок. Ключевым аспектом оценки тренировочного процесса является объективное измерение интенсивности нагрузки на основе показателей ЧСС. В научной литературе описаны несколько фундаментальных подходов к анализу пульсовых параметров. Так, метод тренировочных импульсов (TRIMPS), разработанный Vanister с соавт. [1], позволяет количественно оценивать тренировочную нагрузку в условных единицах, однако имеет существенное ограничение – невозможность дифференциации анаэробного компонента нагрузки и уравнивание длительных низкоинтенсивных и коротких высокоинтенсивных тренировок.

Альтернативный метод относительного рабочего прироста ЧСС (ЧССОРП) [2] основан на анализе превышения рабочих значений ЧСС во время тренировки над уровнем покоя. Более универсальным представляется метод интенсивности накопления пульсового долга (ИНПД) [3, 4], который позволяет оценивать физиологические затраты при различных типах нагрузок, включая субмаксимальные и максимальные. Для оценки анаэробной части дозы физической нагрузки был предложен метод удельной интенсивности физиологических затрат (УИФЗ) [5]. Концепция дозы физической нагрузки, определяемая как внутренняя реакция организма на тренировочное воздействие [6], включает важный компонент – анаэробную составляющую, отражающую вклад гликолитических процессов в энергообеспечение мышечной деятельности.

Следует отметить, что хотя в современных коммерческих системах мониторинга ЧСС и реализованы алгоритмы оценки анаэробной нагрузки, однако доступ к исходным алгоритмам расчета закрыт, что существенно ограничивает возможности верификации и адаптации этих методов под конкретные исследовательские задачи. Кроме того, на отечественном «рынке» устройств для непрерывного мониторинга ЧСС во время физической нагрузки отсутствуют решения, позволяющие получать представления о анаэробной составляющей нагрузки сразу после завершения упражнений, что делает необходимость поиска таких решений еще более актуальной. Данное обстоятельство подчеркивает значимость разработки открытых, научно обоснованных методик оценки анаэробного компонента физической нагрузки.

Целью нашей работы была разработка алгоритма расчета показателя анаэробной части дозы физической нагрузки и прототипа компьютерной программы для оценки параметров физической работоспособности по данным пульсометрии при выполнении нагрузочных тестов.

Пульсовые параметры тестов

В [таблице 1](#) представлены основные пульсовые параметры, формулы для их расчета и описание параметров.

Таблица 1: Формулы расчета, обозначения и описание параметров [4, 5]

Параметр	Формула расчета	Описание параметра
Пульсовой приход (ПП), уд.	$= (\text{Ср. ЧСС}_{\text{наг.}} - \text{ПУ ЧСС}) \times t_{\text{наг.}}$, где: Ср. ЧСС _{наг.} – средняя ЧСС за время нагрузки, уд/мин; ПУ ЧСС – предстартовый уровень ЧСС, уд/мин; $t_{\text{наг.}}$ – время измерения ЧСС в нагрузке, мин.	Отражает резерв сердечно-сосудистой системы и показывает, насколько увеличивается ЧСС в ответ на нагрузку.
Пульсовой долг (ПД), уд.	$= (\text{Ср. ЧСС}_{\text{восст.}} - \text{ПУ ЧСС}) \times t_{\text{восст.}}$, где: Ср. ЧСС _{восст.} – средняя ЧСС за время восстановления, уд/мин; ПУ ЧСС – предстартовый уровень ЧСС, уд/мин; $t_{\text{восст.}}$ – время измерения ЧСС при восстановлении, мин	Пульсовая сумма сверх предстартового уровня, рассчитанная за время восстановления.
Пульсовая сумма запроса (ПСЗ), уд.	$= (\text{Ср. ЧСС}_{\text{общее}} - \text{ПУ ЧСС}) \times t_{\text{общее}}$, где: Ср. ЧСС _{наг.+восст.} – средняя ЧСС за время измерения, уд/мин; ПУ ЧСС – предстартовый уровень ЧСС, уд/мин; $t_{\text{общее}}$ – общее время измерения ЧСС, мин	Суммарная пульсовая стоимость упражнения рассчитывается как сумма пульсового прихода за время работы и пульсового долга за время восстановления.
Интенсивность накопления пульсового долга (ИНПД), у.е.	$= \frac{\text{ПД}}{t_{\text{нагрузки}}}$, где: ПД – пульсовой долг, уд.; $t_{\text{нагрузки}}$ – время измерения ЧСС в период нагрузки, сек.	Показатель, основанный на измерении частоты пульса в восстановительном периоде
Скорость образования пульсового запроса (СОПЗ), уд./мин	$= \frac{\text{ПЗ}}{t_{\text{нагрузки}}}$, где: ПЗ – пульсовой запрос, уд.; $t_{\text{нагрузки}}$ – время измерения ЧСС в нагрузке, мин	Скорость накопления пульсовой стоимости упражнения рассчитывается как отношение суммарной пульсовой стоимости упражнения ко времени работы
Пульсовой резерв (ПР), уд./мин	$= \text{ЧСС}_{\text{max}} - \text{ПУ ЧСС}$, где: ЧСС_{max} – максимальный уровень ЧСС, уд/мин; ПУ ЧСС – предстартовый уровень ЧСС, уд/мин	Разница между максимальным ЧСС во время выполнения нагрузки и предстартовым уровнем ЧСС

Продолжение таблицы 1

Удельная интенсивность физиологических затрат (УИФЗ), у.е.	$= \frac{\text{СОПЗ}}{\text{ПР}}$	Отношение скорости образования пульсового запаса к пульсовому резерву
Анаэробность, %	$= \frac{\text{ПД}}{\text{ПСЗ}} \times 100$	Анаэробная часть дозы нагрузки, выраженная в процентах
Анаэробная часть дозы нагрузки (АЧН), у.е.	$= t_{\text{нагрузки(мин)}} \times \text{Анаэробность} \times \text{УИФЗ}$	Анаэробный вклад в энергообеспечение мышечной деятельности выполняемой работы

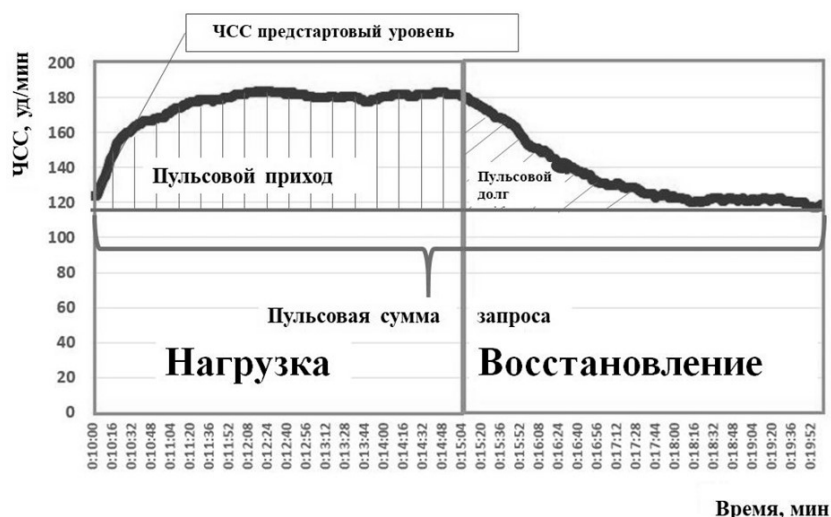


Рис. 1: Пример динамики ЧСС и расчета обобщенных пульсовых показателей

Fig. 1: An example of heart rate dynamics and calculation of generalized pulse parameters

Вычисление производится на основе записи ЧСС при выполнении нагрузочного теста. Алгоритм строится на расчете пульсовых сумм методом интегрирования биэкспоненциальных уравнений [7]. Пульсовые суммы численно равны площади под кривыми работы и восстановления (рис. 1).

Методы

В исследовании для разработки алгоритма приняли участие 11 спортсменов высокого уровня подготовки. Средний возраст участников составил 22,4 года (медиана 22 года, межквартильный размах 21-23 года). По антропометрическим показателям: средняя масса тела составляла 74,7 кг (медиана 80,0 кг, межквартильный размах 70,8-80,0 кг), а средний

индекс массы тела (ИМТ) – 23,3 кг/м² (медиана 23,6 кг/м², межквартильный размах 21,8-24,4 кг/м²).

Перед тестированием все участники исследования получали стандартизированную инструкцию, регламентирующую требования к поведению во время процедуры измерения пульса. В качестве основного инструментария использовался тест PWC170, реализованный методом степ-эргометрии. Тестирование проводилось с использованием ступеньки высотой 43 см. Протокол тестирования включал два последовательных уровня нагрузки, которые были разделены интервалом отдыха.

На первом уровне испытуемые выполняли подъемы на ступеньку с частотой 20 циклов в минуту ($20 \times 4 = 80$ шагов в минуту), что обеспечивалось заданием ритма метрономом (1 шаг каждые 2 секунды). Продолжительность нагрузки составляла 5 минут. После завершения первого уровня нагрузки следовал 5-минутный интервал отдыха, в течение которого осуществлялся контроль частоты сердечных сокращений (ЧСС) методом пульсометрии.

Второй уровень нагрузки предусматривал увеличение интенсивности до 30 подъемов в минуту ($30 \times 4 = 120$ шагов в минуту) при сохранении длительности нагрузки 5 минут. По окончании проводился 5-минутный контроль восстановления ЧСС в положении стоя.

Для непрерывного измерения ЧСС использовался кардиодатчик пульсометра Polar H10, закрепленный с помощью нагрудного ремня. Данные передавались по протоколу Bluetooth и далее обрабатывались программой. Измерение показателей ЧСС в состоянии покоя и в период восстановления осуществлялось при строгом соблюдении условий: испытуемые находились в неподвижном положении стоя, не совершали движений, не разговаривали и не наклонялись.

Данная методика обеспечивала получение репрезентативных данных о динамике сердечного ритма в ответ на дозированную физическую нагрузку, что являлось необходимым условием для последующего анализа и разработки алгоритма оценки анаэробного компонента физической работоспособности.

Результаты и обсуждение

В ходе исследования на примере стандартного нагрузочного теста PWC170 был разработан инновационный алгоритм, который послужил основой для создания специализированного программного обеспечения, способного автоматически анализировать и предоставлять по завершении тестирования комплексную оценку 9 ключевых параметров физической нагрузки, включая показатель анаэробной части дозы физической нагрузки (рис. 2).

Программа может использоваться как в автономном режиме самим спортсменом, так и под контролем тренера в процессе тренировочного занятия. Такая универсальность позволяет анализировать как монотонные нагрузки с постоянной интенсивностью, так и комплексные тренировки с переменной нагрузкой, включающие несколько уровней интенсивности. Алгоритм взаимодействия пользователя с программой, включающий последовательность действий от ввода данных до получения результатов, наглядно представлен на рис. 3.

Разработанное программное решение не предъявляет специфических требований к аппаратному и программному обеспечению, оставаясь в рамках стандартных технических условий, характерных для веб-приложений аналогичного класса. Для корректной работы требуется современное вычислительное устройство (персональный компьютер, ноутбук, планшет или смартфон) с установленным веб-браузером, поддерживающим стандарт WebAPI (Google Chrome, Яндекс.Браузер или их аналоги). Обязательным условием

является наличие Bluetooth-совместимого датчика частоты сердечных сокращений, соответствующего общепринятым протоколам передачи данных. Программная часть реализована в виде автономного HTML-документа, не требующего дополнительной установки или специальных разрешений системы, что обеспечивает кроссплатформенную совместимость без необходимости адаптации под конкретные конфигурации оборудования.

Присоединить устройство			Пульс:
ЧСС предстартовый уровень:			83
	Ввод		
Начало работы	Восстановление	Конец	00:10:23
Параметр			Значение
Среднее ЧСС работы, уд/мин			153
Среднее ЧСС восстановления, уд/мин			113
Среднее ЧСС <u>работы+восст.</u> , уд/мин			133
Пульсовой приход, уд.			359
Пульсовой долг, уд.			152
Пульсовая сумма запроса, уд.			512
ИНПД, у.е.			1,8
Скорость образов. пульсового запроса, уд/мин			101
Пульсовой резерв, уд/мин			85
УИФЗ, у.е.			1,19
<u>Анаэробность</u> , %			29
Анаэробная часть дозы нагрузки, у.е.			0,298
ЧСС макс., уд/мин			167
Время работы, мин			5
Время восстановления, мин			5

Рис. 2: Визуализация параметров сердечного ритма в разработанной программе
 Fig. 2: Visualization of heart rate parameters in the developed program

Отсутствие специализированных требований к вычислительным ресурсам и совместимость с типовыми аппаратными решениями позволяют рассматривать данное ПО как

доступное для широкого круга пользователей без необходимости модификации технической инфраструктуры. Разработанный прототип компьютерной программы представлен в облачном хранилище [9]. Программный код является открытым. Особый интерес представляет возможность скопировать полученные программой данные в формате табличного редактора для дальнейшего изучения.



Рис. 3: Алгоритм взаимодействия пользователя с программой
Fig. 3: The algorithm of user interaction with the program

Заключение

Разработанный алгоритм и программный прототип представляют значительную практическую ценность для различных сфер деятельности. В области научных исследований предложенное решение позволяет проводить комплексный анализ широкого спектра физиологических параметров и стандартизировать оценку анаэробного компонента нагрузки. Для циклических видов спорта система обеспечивает количественную оценку анаэробного вклада при выполнении специфических упражнений и отслеживание динамики изменений анаэробной дозы в рамках тренировочного цикла. В сфере физической культуры разработка дает возможность точной оценки мощности выполняемой работы, объективного дозирования тренировочной нагрузки и индивидуализации тренировочного процесса. Ключевым преимуществом системы является возможность оперативного получения объективных данных, что существенно повышает эффективность контроля тренировочного

процесса как в спорте высших достижений, так и в оздоровительной физической культуре, обеспечивая научно обоснованный подход к управлению тренировочными нагрузками.

Кроме того, программный продукт в будущем планируется существенно доработать для устранения текущих ограничений и добавления новых функций. В планах – создание универсального мобильного приложения, работающего на любых устройствах без дополнительного софта, с улучшенной поддержкой датчиков. Также появится система персонального мониторинга для сохранения результатов, анализа прогресса и экспорта данных в удобных форматах. Кроме того, будут реализованы функции автоматических отчетов, облачной синхронизации и прогнозирования на основе накопленных данных. Эти усовершенствования позволят расширить область применения решения в различных областях, включая спортивную медицину, биомеханику и индивидуальный тренировочный процесс, обеспечивая более комплексный и удобный инструмент для мониторинга физического состояния.

Список литературы

1. *Banister E.W., Calvert T.W., Savage M.V.* A systems model of training for athletic performance // Australian Journal of Science and Medicine in Sport. 1975. Vol. 7, No 3. P. 57-61.
2. *Karvonen M.J., Kentala E., Mustala O.* The effects of training on heart rate: a longitudinal study // Annales Medicinae Experimentalis et Biologiae Fenniae. 1957. Vol. 35, No 3. P. 307-315. PMID: [13470504](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/13470504/).
3. *Сонькин В.Д., Тамбовцева Р.В.* Развитие мышечной энергетики и работоспособности в онтогенезе. Москва: Книжный дом «ЛИБРОКОМ». 2018. 368 с. ISBN: [978-5-397-01708-4](https://www.librocom.ru/catalog/9785397017084).
4. *Козлов А.В., Блеер А.Н., Левушкин С.П., Сонькин В.Д.* Взаимосвязь интенсивности накопления пульсового долга со скоростью образования кислородного запроса и накопления лактата в крови при выполнении предельных циклических упражнений различной продолжительности // Спортивная медицина: наука и практика. 2022. Т. 12, № 3. С. 43-50. DOI: <https://doi.org/10.47529/2223-2524.2022.3.2> EDN: <https://www.elibrary.ru/wljrzx>
5. *Козлов А.В., Ваваев А.В., Якушкин А.В., Лантев А.И., Юриков Р.В., Сонькин В.Д.* Удельная интенсивность физиологических затрат при циклической работе различной мощности // Физиология человека. 2022. Т. 48, № 1. С. 18-25. DOI: <https://doi.org/10.31857/S0131164622010076> EDN: <https://www.elibrary.ru/pbjfhh>
6. *Impellizzeri F.M., Shrier I., McLaren S.J., Coutts A.J., McCall A., Slaterry K., Jeffries A.C., Kalkhoven J.T.* Understanding training load as exposure and dose // Sports Medicine. 2023. Vol. 53, No 9. P. 1667-1679. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40279-023-01833-0>
7. *Максимов М.Н.* Квантификация тренировочных нагрузок по пульсовым показателям упражнений в спортивном плавании: Автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.04. 2004. 21 с. EDN: <https://www.elibrary.ru/njsmjx>
8. *Руненко С.Д., Таламбум Е.А., Ачкасов Е.Е.* Исследование и оценка функционального состояния спортсменов: Учеб. пособие для студентов лечебных и педиатрических факультетов медицинских вузов. Москва: Профиль - 2С. 2010. 72 с. ISBN: [978-5-903950-06-5](https://www.librocom.ru/catalog/9785903950065)
9. *Прототип компьютерной программы для оперативного определения анаэробной дозы физической нагрузки на основе данных пульсометрии* [Электронный ресурс]. 2025. Режим доступа: <https://github.com/Denisqe/box> (Дата обращения: 08.06.2025)

References

1. Banister E.W., Calvert T.W., Savage M.V. A systems model of training for athletic performance. *Australian Journal of Science and Medicine in Sport*, 1975, 7 (3), pp. 57-61.
2. Karvonen M.J., Kentala E., Mustala O. The effects of training on heart rate: a longitudinal study. *Annales Medicinæ Experimentalis et Biologiæ Fenniae*, 1957, 35 (3), pp. 307-315. PMID: [13470504](#).
3. Son'kin V.D., Tambovceva R.V. Development of muscular energy and working capacity in ontogenesis. Moscow: LIBROCOM Book House, 2018, 368 p. (in Russ.) ISBN: [978-5-397-01708-4](#).
4. Kozlov A.V., Bleer A.N., Levushkin S.P., Son'kin V.D. The relationship between the intensity of pulse debt accumulation and the rate of oxygen demand formation and lactate accumulation in the blood when performing extreme cyclic exercises of various durations. *Sports medicine: Science and Practice*, 2022, 12 (3), pp. 43-50. (in Russ.) DOI: <https://doi.org/10.47529/2223-2524.2022.3.2> EDN: <https://www.elibrary.ru/wljrzx>
5. Kozlov A.V., Vavaev A.V., Yakushkin A.V., Laptev A.I., Yurikov R.V., Son'kin V.D. The specific intensity of physiological costs during cyclic operation of various capacities. *Human Physiology*, 2022, 48 (1), pp. 18-25. (in Russ.) DOI: <https://doi.org/10.31857/S0131164622010076> EDN: <https://www.elibrary.ru/pbjfhh>
6. Impellizzeri F.M., Shrier I., McLaren S.J., Coutts A.J., McCall A., Slaterry K., Jeffries A.C., Kalkhoven J.T. Understanding training load as exposure and dose. *Sports Medicine*, 2023, 53 (9), pp. 1667-1679. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40279-023-01833-0>
7. Maksimov M.N. Quantification of training loads by pulse parameters of exercises in sports swimming. *Abstract of dissertation of the Candidate of Pedagogical Sciences*:13.00.04. Theory and methodology of physical education, sports training, recreational and adaptive physical education, 2004. 21 p. (in Russ.) EDN: <https://www.elibrary.ru/njsmjx>
8. Runenko S.D., Talambum E.A., Achkasov E.E. Research and assessment of the functional state of athletes. *Textbook for students of medical and pediatric faculties of medical universities*. Moscow: Profil - 2C, 2010, 72 p. (in Russ.) ISBN: [978-5-903950-06-5](#)
9. A prototype of a computer program for the rapid determination of the anaerobic dose of physical activity based on heart rate monitoring data. [Electronic resource]. URL: <https://github.com/Denisqe/box> (Accessed: 08.06.2025)

Благодарности

Авторы выражают благодарность Андрею Владимировичу Козлову – главному специалисту ГКУ г. Москвы «Центр спортивных инновационных технологий и подготовки сборных команд» – за научное консультирование.

Acknowledgments

The authors would like to thank Andrei Vladimirovich Kozlov, Chief Specialist of the Moscow Center of Advanced Sport Technologies, for scientific advice.

Сведения об авторах

Авдеев Денис Владимирович – магистратура направления «Физическая культура», Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет спорта «ГЦОЛИФК», Москва, Россия.

E-mail: moymio@yandex.ru

Андреева Альбина Маратовна – кандидат биологических наук, кафедра физиологии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет спорта «ГЦОЛИФК», лаборатория реабилитационной и спортивной психофизиологии Федерального исследовательского центра оригинальных и перспективных биомедицинских и фармацевтических технологий, Москва, Россия.

E-mail: moymio@yandex.ru

Крикленко Елена Александровна – лаборатория реабилитационной и спортивной психофизиологии Федерального исследовательского центра оригинальных и перспективных биомедицинских и фармацевтических технологий, Москва, Россия.

E-mail: kriklenko_ea@academpharm.ru

Для цитирования:

Авдеев Д.В., Андреева А.М., Крикленко Е.А. Алгоритм и прототип компьютерной программы для оперативного определения анаэробной дозы физической нагрузки на основе данных пульсометрии // Российский журнал информационных технологий в спорте. – 2025. – Т. 2, № 1. – С. 38–48. DOI: <https://doi.org/10.62105/2949-6349-2025-2-1-38-48> EDN: SLLWSE

For citation:

Avdeev D.V., Andreeva A.M., Kriklenko E.A. Development of an algorithm and software prototype for real-time assessment of anaerobic exercise load using heart rate monitoring data. *Russian Journal of Information Technology in Sports*, 2025, 2 (1), pp. 38–48 (in Russian). DOI: <https://doi.org/10.62105/2949-6349-2025-2-1-38-48> EDN: SLLWSE

Статья поступила в редакцию: 18.03.2025

Статья принята в печать: 16.06.2025

Статья опубликована: 29.06.2025