

УДК 796.034.2

Методология нормирования физической нагрузки в оздоровительной физической культуре посредством цифровых технологий

Ковалёв Александр Анатольевич, кандидат технических наук, доцент

Балтийский федеральный университет имени И. Канта, Высшая школа физической культуры и спорта, Калининград

Аннотация. В статье рассматривается методология нормирования физической нагрузки занимающихся оздоровительной физической культурой посредством цифровых технологий. Для решения проблемы персонализации норм предлагается применять теорию рангового анализа, которая является перспективной при исследовании суточных негауссовых данных пульса, полученных с помощью носимых устройств. Предложенная методология позволяет определять персонализированные нормы физической нагрузки и составлять эффективные физкультурно-оздоровительные программы для занимающихся оздоровительной физической культурой.

Ключевые слова: оздоровительная физическая культура, нормирование физической нагрузки, пульс, частота сердечных сокращений, носимые устройства.

Methodology of physical activity rationing in recreational physical activity through digital technologies

Kovalev Alexander Anatolievich, candidate of technical sciences, associate professor

Immanuel Kant Baltic Federal University, Graduate School of Physical Education and Sport, Kaliningrad

Abstract. The methodology of rationing of physical activity of recreational physical training practitioners by means of digital technologies is considered. To solve the problem of personalized norms it is proposed to apply the theory of rank analysis, which is promising in the study of daily non-Gaussian heart rate data obtained with wearable devices. The proposed methodology makes it possible to determine personalized norms of physical activity and make effective physical fitness programs for those engaged in recreational physical culture.

Keywords: recreational physical training; physical activity rationing, pulse; heart rate; wearable devices.

ВВЕДЕНИЕ. Цифровая трансформация различных отраслей экономики, социальной сферы, в том числе и сферы оздоровительной физической культуры (ОФК), определена Указом Президента Российской Федерации от 21.07.2020 № 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года» в качестве одной из приоритетных национальных целей развития Российской Федерации [1]. Однако, несмотря на бурное развитие и массовое распространение цифровых носимых устройств (рисунок 1) с функцией постоянного мониторинга пульса с достаточной точностью, большинство методов и подходов нормирования физической нагрузки не учитывают данные всей суточной активности [2, 3].

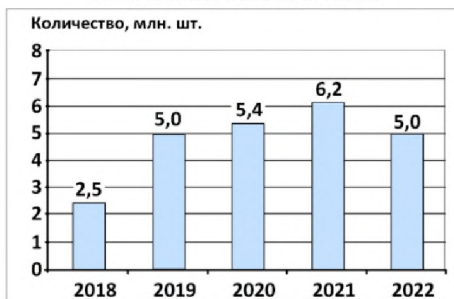
При этом в ОФК подчеркивается важность определения персонализированных норм физической нагрузки, так как именно нормирование обеспечивает оздоровительный эффект нагрузки занимающегося физической культурой, с одной стороны, и эффективность тренировок, с другой. Персонализированные нормы оздоровительной физической нагрузки способствуют эффективным тренировкам, тогда как недостаточная норма не приносит ожидаемого эффекта, а избыточная оказывает отрицательное воздействие [4, 5]. Поэтому актуальна необходимость в персонализированном нормировании физических нагрузок занимающегося ОФК.

При определении персонафицированных норм физической нагрузки для занимающихся ОФК следует учитывать функциональные возможности их организма. На практике частота сердечных сокращений (ЧСС) является наиболее распространенным показателем реакции организма на физическую нагрузку [4-7].

ТОП-5 мировых трендов фитнеса и здоровья
Top 5 global fitness and health trends

Место	2019	2020	2021	2022	2023
1	Носимые технологии	Носимые технологии	Онлайн тренировки	Носимые технологии	Носимые технологии
2	Интервальные тренировки	Групповые занятия	Носимые технологии	Тренировки дома	Тренировки со свободным весом
3	Групповые занятия	Интервальные тренировки	Тренировки с собственным весом	Занятия на улице	Тренировки с собственным весом
4	Тренировки со свободным весом	Программы для пожилых людей	Занятия на улице	Тренировки со свободным весом	Программы для пожилых людей
5	Персональные тренировки	Тренировки с собственным весом	Интервальные тренировки	Упражнение для похудения	Функциональная фитнес-тренировка

Продажи умных часов в РФ
Sales of smart watches in Russia



Продажи умных часов в мире
Sales of smart watches in the world

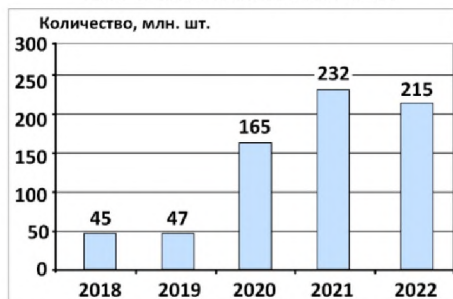


Рисунок 1 – Мировые тренды фитнеса и здоровья

«Умные» часы (фитнес-браслеты) позволяют собирать данные ЧСС в течение суток (как правило, с помощью оптического датчика методом плетизмографии) [6, 7]. В связи с цифровизацией предлагается уточненное понятие ЧСС – минутная частота сердечных сокращений (МЧСС) – это один отсчет артериального пульса взрослого человека в процессе его жизнедеятельности, снимаемый на лучевой артерии методом плетизмографии с помощью оптического датчика и измеряемый в количестве ударов сердца за одну минуту (уд. за мин.). При этом суточная совокупность минутных отсчетов частоты сердечных сокращений – это 1440 отсчетов МЧСС человека за сутки в процессе его жизнедеятельности. Имея информацию о всей суточной двигательной активности занимающегося – всей совокупности МЧСС за сутки – можно определить его персонафицированные нормы физической нагрузки. Для этого требуется разработка методологии нормирования физической нагрузки в оздоровительной физической культуре на основе цифровых данных МЧСС.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ: теоретический анализ, обобщение данных научных публикаций, статистический и ранговый анализ.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ. Проблема персонафикации норм физической нагрузки в ОФК имеет два противоречия: массовое распространение носимых технологий и недостаточное использование их функционала для решения задач нормирования оздоровительной физической нагрузки; повышение эффек-

тивности занятий оздоровительной направленности и отсутствие современных технологий определения персонифицированных норм.

Данные противоречия учитываются в рамках методологии и технологии нормирования физической нагрузки [2, 3], предполагающей применение теории рангового анализа [8, 9]. Выбор данной теории обоснован тем, что анализ суточных данных МЧСС показал, что они относятся к виду негауссовых данных (также существуют невязанносвязанные, гауссовые), для которых не работают центральные предельные теоремы и закон больших чисел. В математической статистике негауссовые данные исследуются и обрабатываются в рамках теории рангового анализа [8, 9]. Поэтому представляется перспективным использование инструментария рангового анализа в теории ОФК с целью исследования совокупности данных МЧСС и дальнейшего определения норм физической нагрузки для занимающихся ОФК. Определение персонифицированных норм осуществляется в рамках методологии нормирования в четыре этапа (рисунок 2).



Рисунок 2 – Этапы методологии нормирования физической нагрузки

На первом, подготовительном этапе осуществляется подготовка занимающегося ОФК, контрольные замеры в виде различных батарей тестов, выбор часов с оптическим датчиком измерения пульса. В качестве примера рассмотрен мужчина 35 лет (офисный работник с тренировками 3–4 раза в неделю). Значение максимального показателя ЧСС – 185 ударов в минуту – было получено по формуле «220 – возраст» [1, 3].

На этапе сбора данных с помощью «умных часов» осуществляется суточное измерение МЧСС в течение 4 дней. Сбор данных МЧСС рекомендуется осуществлять в том числе и в дни повседневной активности занимающегося: во время сна, работы, тренировки, в душе и т.д. Некорректно собирать данные, например, в дни отпуска, каникул или выходных. Данные с часов за исследуемый период выгружаются на сайт производителя носимого устройства (рисунок 3).

Далее формируется база данных по МЧСС за определенный период: данные ЧСС скачиваются на компьютер и копируются в файл формата XLSX (файл MS Excel). В каждых суточных измерениях, соответственно, 1440 МЧСС от 00:00 до 23:59.

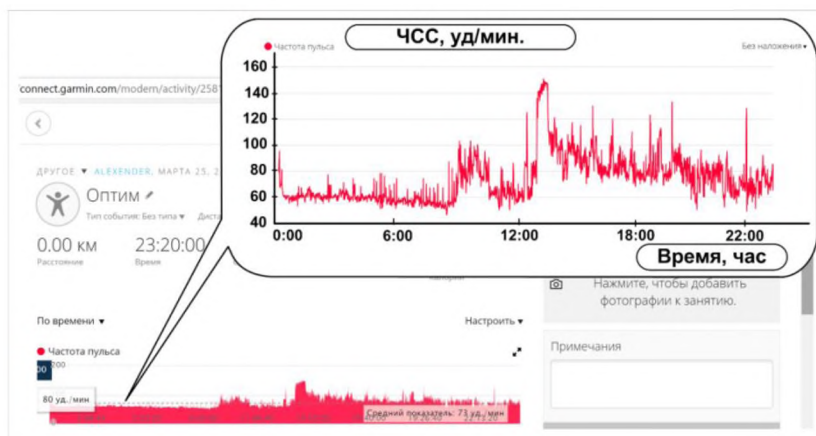


Рисунок 3 – Сайт производителя «умных часов»

На этапе обработки данных (рисунок 2) решаются задачи рангового анализа: ранжирование и аппроксимация экспериментальных суточных данных МЧСС. Ранжированные данные МЧСС разделяются на группы в зависимости от дней: когда была тренировочная активность, когда она отсутствовала и всех дней (с тренировками и без). Все значения МЧСС в трех группах усредняются. Далее происходит аппроксимация средних значений всех трех групп: подбирается аналитическая зависимость, наилучшим образом описывающая совокупность точек каждой из трех групп.

В завершение для определения тренировочного потенциала на одном графике осуществляется построение верхней и нижней границ. Нижняя граница тренировочного потенциала определяется как аппроксимационная кривая средних значений дней без тренировок, а верхняя – с тренировками (рисунок 4).

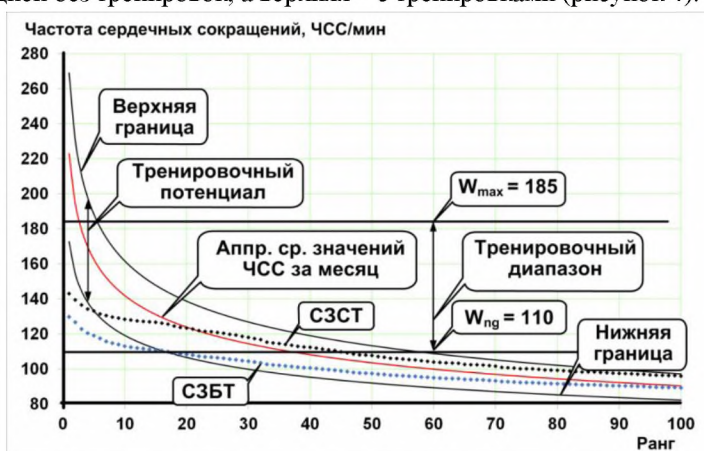


Рисунок 4 – Тренировочный потенциал (фрагмент с 1 по 100 ранг из 1440):
СЗБТ – средние значения МЧСС дней без тренировок;
СЗСТ – средние значения МЧСС дней с тренировками.

По результатам четвертого этапа на основе нижней, верхней границ и тренировочного потенциала определяются персонафицированные значения норм физической нагрузки для трех уровней подготовки (рисунок 5).

Уровень подготовки Training level					
Зона ЧСС HR zone	ЧСС, уд/мин HR, bpm	Нач. elementary	Ср. Intermed.	Продв. advanced	Эффект Effect
Анаэробная	до 185	1 мин	4 мин	8 мин	Анаэр.
Пороговая	до 167	1 мин	4 мин	7 мин	Анаэр.
Аэробная	до 148	4 мин	7 мин	12 мин	Аэроб.
Средняя	от 110 до 130	9 мин	22 мин	31 мин	Аэроб.
Время, мин	-	15 мин	37 мин	58 мин	-

Рисунок 5 – Персонафицированные значения норм физической нагрузки

Полученные рекомендации могут быть использованы в качестве персональных норм физической активности и при необходимости обновлены (через месяц, квартал или год).

Нормы интенсивности и объема (рисунок 5) на каждом уровне подготовки соответствуют значениям МЧСС нижней, средней и верхней границ (рисунок 4). Полученные нормы физической нагрузки могут отслеживаются с помощью смарт-часов как во время, так и после занятий ОФК (рисунок 6). При этом полученные нормы МЧСС являются персональными и подходят только для одного человека.

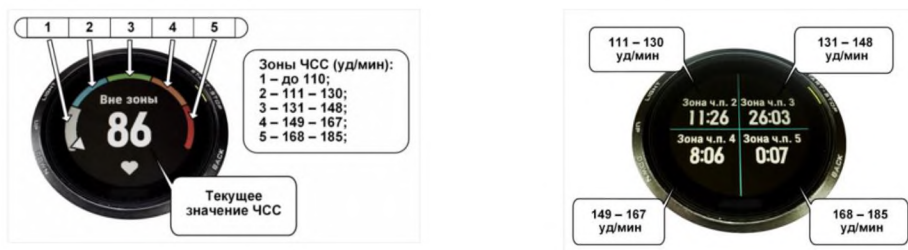


Рисунок 6 – Экран смарт-часов:
 а – МЧСС в реальном времени;
 б – общее время нахождения в зонах МЧСС.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Таким образом, методология нормирования физической нагрузки позволяет определять для занимающихся ОФК персонафицированные нормы физической нагрузки, что позволит повысить эффективность занятий оздоровительной направленности. В методологии применяется теория рангового анализа, которая учитывает негауссовость суточных данных МЧСС, полученных с помощью цифровых носимых устройств. Этапы методологии являются необходимыми и достаточными для составления эффективных физкультурно-оздоровительных программ для занимающихся ОФК.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Стеценко Н. В., Широбакина Е. А. Цифровизация в сфере физической культуры и спорта: состояние вопроса // Наука и спорт: современные тенденции. 2019. Т. 22, № 1 (22). С. 35–40.
2. Амосов Н. М., Бендет Я. А. Физическая активность и сердце. Киев : Здоровье, 1984. 228 с.
3. Зайцев А. А. Физическая культура взрослого человека. Калининград : Министерство здравоохранения Калининградской области, 2007. 36 с.
4. Ковалёв А. А., Шайхуллин Т. Д., Ерофеев В. В., Веретенников И. С., Ларин А. Н. К проблеме физического развития и функционального состояния курсантов посредством персонализации при дозировании двигательной активности // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. 2023. № 7. С. 178–181.
5. Зайцев А. А., Фарафонов А. Ю., Ковалёв А. А. Оптимизация психофизической подготовки спортсменов по спортивному ориентированию с использованием современных технологий. Барнаул : Алтайский государственный университет, 2022. 236 с.
6. Wang Fei, Xiaoyan Wang, Henriksen André, Goris Johan, Khurshid Anjum and Asuncion Maria. Evaluating the Validity of Current Mainstream Wearable Devices in Fitness Tracking Under Various Physical Activities: Comparative Study // Vicente JMIR Mhealth Uhealth. 2018. № 6. P. 94.
7. Bjarne M. Nes, Christian R., Gutvik Carl J., Lavie Javaid Nauman, Wisloff Ulrik. Personalized Activity Intelligence (PAI) for Prevention of Cardiovascular Disease and Promotion of Physical Activity // The American Journal of Medicine. 2017. № 130. P. 328–336.
8. Гнатюк В. И. Закон оптимального построения техноценозов. 3-е изд., перераб. и доп. Калининград : [Изд-во КИЦ «Техноценоз»], [2019]. 896 с.
9. Кудрин Б. И. Введение в технетику. Томск : Томский гос. ун-т, 1993. 552 с.

REFERENCES

1. Stetsenko N. V., Shirobakina E. A. (2019), "Cifrovizaciya v sfere fizicheskoy kul'tury i sporta: sostoyaniye voprosa", Nauka i sport: sovremennyye tendencii, T. 22, № 1 (22), pp. 35–40.
2. Amosov N. M., Bendet Y. A. (1984), . Fizicheskaya aktivnost' i serdce, Kiev, Zdorovye, 228 p.
3. Zaitsev A. A. Fizicheskaya kul'tura vzroslogo cheloveka, Kaliningrad, Ministry of Health of the Kaliningrad region, 36 p.
4. Kovalyov A. A., Shaykhullin T. D., Erofeev V. V., Veretennikov I. S., Larin A.N. (2023), ". K probleme fizicheskogo razvitiya i funktsional'nogo sostoyaniya kursantov posredstvom personifikatsii pri dozirovani dvigatel'noj aktivnosti", Uchenye zapiski universiteta im. P.F. Lesgafta, № 7, pp. 178–181.
5. Zaitsev A. A., Farafonov A. Yu., Kovalev A. A. (2022), "Optimizatsiya psikhofizicheskoy podgotovki sportsmenov po sportivnomu orientirovaniyu s ispol'zovaniem sovremennykh tekhnologij", Barnaul, Iz-vo Altajskiy gosudarstvennyy universitet, 236 p.
6. Wang Fei, Wang Xiaoyan, Henriksen André, Goris Johan, Khurshid Anjum and Asuncion Maria (2018), "Evaluating the Validity of Current Mainstream Wearable Devices in Fitness Tracking Under Various Physical Activities: A Comparative Study", Vicente JMIR Mhealth Uhealth, № 6, p. 94.
7. Nes Bjarne M., Gutvik Christian R., Lavie Carl J., Nauman Javaid, Wisloff Ulrik (2017), "Personalized Activity Intelligence (PAI) for Prevention of Cardiovascular Disease and Promotion of Physical Activity", The American Journal of Medicine, № 130, pp. 328–336.
8. Gnatiuk V. I. (2019), Zakon optimal'nogo postroyeniya tekhnocenov, 3-e izd., pererab. i dop., Kaliningrad, Izd-vo KIC "Technocensis", 896 p.
9. Kudrin B. I. (1993), Vvedenie v tekhnnetiku, Tomsk, Izd-vo TSU, 552 p.

Информация об авторе:

Ковалёв А.А. руководитель группы научно-технического развития, доцент Высшей школы физической культуры и спорта; sheynin@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-3052-1360>.

Поступила в редакцию 01.02.2024.

Принята к публикации 29.02.2024.