

ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ОРГАНИЗМА: ТЕХНОЛОГИИ ОЦЕНКИ В СПОРТЕ И РЕКРЕАЦИОННОМ ТУРИЗМЕ (ОБЗОР)

П.А. Байгужин¹, baiguzhinpa@susu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5092-0943>

Д.З. Шибкова¹, shibkova2006@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8583-6821>

А.В. Шевцов², sportmedi@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9878-3378>

¹Южно-Уральский государственный университет, Челябинск, Россия

²Национальный государственный университет физической культуры, спорта и здоровья имени П.Ф. Лесгафта, Санкт-Петербург, Россия

Аннотация. Цель: обзор современных технологий оценивания функционального состояния организма в спорте и рекреационном туризме. **Методология исследования.** Использован теоретический анализ научных публикаций отечественных и зарубежных авторов за последние десять лет по разработке и внедрению цифровых технологий в области спортивной физиологии, медицины, рекреации. **Результат.** В статье представлен ряд инновационных перспективных разработок, обеспечивающих оперативную оценку текущего функционального состояния организма в условиях физических нагрузок и рекреационного туризма. Показаны перспективы интеграции цифровых технологий в сферу физической культуры, спорта и рекреационного туризма. Рассматриваются преимущества и недостатки инновационных технологий, применимых в оценке функционального состояния организма человека в условиях воздействия физических нагрузок. Предлагается к обсуждению перспективная модель «персонализированный туризм», отражающая интеграцию ресурсов, видов деятельности, технологий и продуктов, базирующихся на теории цифровых платформ. **Заключение.** Использование цифровых технологий обеспечит персонализированное здоровьесберегающее сопровождение широкого контингента населения, занимающегося физической культурой и спортом, а также различными видами туризма.

Ключевые слова: оперативная оценка, диагностика, функциональное состояние, функциональные резервы, рекреация, спортсмены, туристы, датчики, цифровые технологии

Для цитирования: Байгужин П.А., Шибкова Д.З., Шевцов А.В. Функциональное состояние организма: технологии оценки в спорте и рекреационном туризме (обзор) // Человек. Спорт. Медицина. 2022. Т. 22, № 4. С. 25–34. DOI: 10.14529/hsm220403

Review article
DOI: 10.14529/hsm220403

FUNCTIONAL STATUS OF THE BODY: ASSESSMENT TECHNOLOGIES IN RECREATIONAL TOURISM AND SPORT (REVIEW)

P.A. Baiguzhin¹, baiguzhinpa@susu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5092-0943>

D.Z. Shibkova¹, shibkova2006@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8583-6821>

A.V. Shevtsov², sportmedi@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9878-3378>

¹South Ural State University, Chelyabinsk, Russia

²Lesgaft National State University of Physical Education, Sport and Health, St. Petersburg, Russian Federation

Abstract. Aim. The paper provides a review of modern technologies for functional assessment of the body in recreational tourism and sport. **Materials and methods.** The paper involves a theoretical analysis of Russian and foreign publications about the development and implementation of digital technologies in sports physiology, medicine, and recreation over the last 10 years. **Results.** The paper describes a range of innovative developments that provide a timely assessment of functional status during exercise

and recreational tourism. The prospects for integration of digital technologies in physical education, sports, and tourism were discussed, as were the advantages and disadvantages of the innovative technologies used for functional assessment during exercise. The paper proposes a prospective model of personified tourism that implies the integration of resources, activities, technologies, and products based on the theory of digital platforms. **Conclusion.** Digital technologies will provide personified health-saving support for different populations involved in physical education, sports, and tourism.

Keywords: functional assessment, diagnostics, functional state, functional reserves, recreation, athletes, tourists, sensors, digitalization

For citation: Baiguzhin P.A., Shibkova D.Z., Shevtsov A.V. Functional status of the body: assessment technologies in recreational tourism and sport (review). *Human. Sport. Medicine.* 2022;22(4):25–34. (In Russ.) DOI: 10.14529/hsm220403

Введение. В современном мировом обществе наблюдается устойчивый тренд на занятия фитнесом, развитие туризма, в том числе рекреационного, как форм физической активности, в процессе которых происходит восстановление и повышение функциональных ресурсов человека. Физическая активность населения продлевает трудоспособный возраст, увеличивает продолжительность жизни, обеспечивает психологическую разгрузку и повышает психофизиологическую устойчивость и в целом качество жизни населения. Развитие рекреационного туризма, физической культуры и спорта обуславливает инновационные подходы к содержанию подготовки квалифицированных кадров для этих сфер деятельности.

Разработка принципиально новых подходов к технологиям сопровождения участников массового рекреационного туризма, физической культуры и спорта служит основанием для решения стратегических задач здравоохранения, демографии и образования. Поэтому важное место в перспективных системах контроля здоровья населения должны занять информационные технологии, направленные на оценку состояния регуляторных систем. Перенапряжение механизмов регуляции и связанное с ним снижение функциональных резервов является одним из главных факторов риска развития заболеваний [9]. Классификация функциональных состояний для таких профессиональных групп, как спортсмены и военнослужащие, представлена в работе А.С. Солодкова с соавторами [4], где на основе физиологического обоснования авторы дифференцируют следующие состояния: оперативный покой, работоспособность, нервно-психическое напряжение, тренированность, утомление, хроническое утомление и переутомление, перетренированность и перена-

пряжение. Оценка текущего функционального состояния дает возможность определить уровень воздействия физической активности и эффективность ее конкретных видов.

Понятие «функциональное состояние» отражает характеристику уровня функционирования систем организма в определенный период времени, особенности гомеостаза и процесса адаптации [1]. С другой стороны, это «интегративная характеристика человека с точки зрения эффективности выполняемой им деятельности и задействованных в ее реализации систем по критериям надежности и внутренней цены деятельности» [13].

Следует отметить, что возможности персонификации тех или иных способов воздействия на основе оперативной оценки текущего функционального состояния организма активно используются в медицине и спорте. Например, в медицинских исследованиях для повышения достоверности оценки процесс формирования диагностического заключения, представлен в виде трех этапов. В частности, отбора информативных параметров о функциональном состоянии системы органов, этапа выявления информативных признаков, служащих маркерами изменения функционального состояния организма и этапа принятия решения с использованием нейросетевых технологий [8]. В работе [12] предложены упрощенные методы оценки функционального состояния организма у представителей туризма оздоровительной направленности. Авторы акцентируют свое внимание в основном на показателях функционального состояния дыхательной системы у участников пешего туризма. Эмпирические результаты исследования психоэмоционального состояния и гемодинамики участников культурно-познавательных туров по Уральскому региону [11] доказывают, что туризм как вид рекреационной дея-

тельности выступает одной из эффективных форм улучшения физиологического и психоэмоционального состояния человека.

Многие авторы [2, 6, 7] отмечают важность оценивания функциональных состояний представителей различных направлений сферы туризма, но не анализируют возможность использования цифровых технологий в такого рода исследованиях. Причина такой ситуации заключается в отсутствии демонстрации эффективности рекреационного потенциала реализуемых программ с использованием цифровых технологий на определенной группе населения.

Цель исследования – обзор современных технологий оценивания функционального состояния организма в спорте и рекреационном туризме.

Методы исследования. Проведен анализ источников, размещенных в поисковых платформах РИНЦ и Pubmed, критериями отбора которых являлся период 2016–2021 гг. и комбинации ключевых слов «спорт* / sport*», «туризм / tourism», «рекреация / recreation», «персонализация / personalization», «здоровье / health», «новые технологии / gadgets». Применены методы обобщения и конкретизации.

Результаты. Развитие информационного общества неразрывно связано с тотальной цифровизацией процессов всех сфер его жизнедеятельности, что отражается в социальных приоритетах различных категорий населения. С появлением искусственного интеллекта и big data наука совершенствуется как теоретические подходы к разработке, так и требования к созданию смарт-оборудования.

Анализ применения современных цифровых технологий оценки функционального состояния в массовом спорте

Обобщая данные об отношении пользователей к новым цифровым технологиям в различных сферах жизнедеятельности [35], отметим положительную оценку эффектов взаимодействия в системе «человек – цифровые технологии». При изучении готовности личности к использованию новых технологий (индекс TRI) выявлено, что ведущими факторами являются демографические и поведенческие переменные [32].

Сфера физической культуры, спорта и туризма включает несколько направлений деятельности, среди которых тренировочная, соревновательная, рекреационная. Каждое из

этих направлений предполагает свои особенности внедрения и реализации цифровых технологий. Сегодня в каждом из указанных направлений процесс цифровизации находится на разных уровнях реализации.

В направлении тренировочно-соревновательной деятельности цифровые технологии представлены широким спектром, отражающим различные подходы к их архитектуре, назначению, области применения. Конвергенция результатов исследований спортивной науки, аналитики функциональных состояний организма и полупроводниковых технологий расширила их востребованность. Однако принципиальным требованием к цифровым устройствам, применяемым в спортивной практике, является высокая точность и дискретизация измерений показателей деятельности спортсмена [34].

Применение *мобильных приложений* для смартфонов позволяет контролировать и управлять основными режимными моментами пользователя. Например, приложение MealLogger® (дневник пищевого поведения) интегрировано в социальную сеть, что обеспечивает персонализированную обратную связь. Приложение имеет платформу в виде «виртуального помощника» (технология Virtual assistants) для предоставления учебных материалов по вопросам функционального питания. Показано, что использование MealLogger® является системой мониторинга специальной диеты, оптимизирующей пищевое поведение [23]. Диетологами часто используются социальные сети для оперативной коррекции пищевого поведения [29].

В целом мобильные приложения решают прикладную задачу – осуществление цифрового мониторинга [36]. Объединение мобильных приложений и цифрового оборудования представляет собой инструментарий для оперативной оценки функционального состояния, оптимизации тренировочных и соревновательных нагрузок, а также рекреации.

Перспективными являются цифровые технологии, построенные по принципу «компьютерное зрение», в основе которых лежат алгоритмы обработки полученных изображений в реальном времени. Данная технология позволяет сформировать тактику оказания первой помощи и стратегию реабилитации [19].

Весьма распространены и востребованы *носимые датчики* для мониторинга физических нагрузок и восстановления. Например,

инерциальный датчик (IMU), который устанавливается на бедро человека и подключается к мобильному приложению Formulift. Датчик фиксирует движения, а приложение корректирует индивидуальную технику упражнений. Особенностью Formulift является наличие методического руководства по безопасному выполнению упражнений [17].

Вместе с этим отмечается недостаточность анализа эффектов нагрузки на организм, необходимого для формирования программ его восстановления. Например, эту задачу решают датчики неинвазивного и непрерывного мониторинга биомаркеров из слюны или потовой жидкости [40], дистанционного мониторинга пульсовой волны [18]. Цифровая технология *balance of game* позволяет регулировать уровень интенсивности физической нагрузки на основе данных сердечного ритма [22].

Современные датчики контроля функционального состояния встраиваются в одежду спортсмена. Так, для оценки расхода энергии во время физических нагрузок применяется повязка Sense Wear (SWA), которая сочетает акселерометрию с измерениями тепловыделения и электропроводности кожи. Технология SWA фиксирует паттерны движения, термогенез и метаболические изменения при высокой интенсивности упражнений, оценивает количество и качество сна [27].

В большинстве носимых датчиков-трекеров реализована система позиционирования пользователя (IPS), позволяющая определить его локализацию относительно географических координат. Беспроводные технологии (включая Wi-Fi, Zigbee, Bluetooth и сверхширокополосный UWB) используются для оценки местоположения при отсутствии сигнала GPS, предпочтительнее технология UWB, определяющая объект с точностью до сантиметров [24].

В практике современных программ спортивной подготовки и рекреационного туризма эффективно используют технологии дополненной и виртуальной реальности. *Виртуальная реальность* (VR) позволяет оценить физиологическое и психоэмоциональное состояние человека, пребывающего в условиях среды, воссоздающей реалистичные ситуации [37, 39]. При разработке «персонализированных» виртуальных программ физической активности учитывают психофизиологические характеристики восприятия [31], особенности

внимания и сенсомоторных реакций пользователя [28].

Однако ряд исследователей, использующих VR в различных видах активности, указывают на ограничения данной технологии, связанные с программными и техническими вопросами [38], а также на особенности переноса двигательного навыка, сформированного в ходе симуляционной тренировки и с помощью VR [30].

Имеются исследования воздействия условий VR на организм пользователя, в частности на сердечно-сосудистую и мышечную системы. Закономерные изменения физиологических параметров указанных функциональных систем в 18,2 % случаев сопровождались симптомами «киберболезни» [25]. Данный негативный эффект возможно купировать, используя персонализированный подход комбинирования существующих способов повышения устойчивости организма на основе ранжирования – типизации бионейросигналов [3].

Интеграция целого ряда инновационных цифровых технологий в общую цифровую систему «интернет вещей» (IoT) обеспечила возможность сотрудникам научно-исследовательского центра спортивной науки ИСТиС создать действующий концепт – «цифровой двойник спортсмена». В основе интегральной оперативной оценки резервов организма лежит online-мониторинг состояния функциональных систем спортсмена. Данные, поступающие от системы датчиков бесконтактной регистрации ЭКГ, Xsens и тепловизора VALTECH TR-01200, на основе многоуровневой нейронной сети формируют цифровую кинематическую 3D-модель техники движения.

На основе комбинации цифровых технологий – социальные сети, цифровые знания, мобильные приложения и датчики – предлагается модель интеллектуального спортзала [16].

Таким образом, в сфере физической культуры и массового спорта применяются различные технологии оперативной оценки функционального состояния организма, его резервных возможностей. Применение указанных выше технологий может быть направлено на решение задачи оперативной коррекции состояния организма, что также является целью рекреационных воздействий.

Перспективы внедрения цифровых технологий в рекреационном туризме

Рекреация – собирательное понятие, связанное с видами оздоровительного отдыха,

туризма, экскурсий и предполагающее комплексный, системный подход к их изучению, организации и перспективному планированию [10]. Более узкое понятие «физическая рекреация» характеризует восстановление жизненных сил организма и их поддержание в процессе ежедневной жизнедеятельности [15].

Ценными представляются работы, характеризующие потенциал рекреационной системы [14, 21]. Одним из компонентов целостной системы является рекреационный туризм, образующий, в свою очередь, туристско-рекреационный кластер. При его формировании необходимо учитывать ряд проблем, среди которых выделяют отсутствие: профессиональных туристских кадров, знаний и опыта у администраций регионов в управлении туристско-рекреационными кластерами, стратегического планирования туристской деятельности [5].

Актуализируется необходимость усиления социальной роли туризма за счет повышения его доступности и расширения возможностей населения в отдыхе и оздоровлении. Например, к 2035 году в России прогнозируется рост целевых показателей туристской индустрии в пять раз, двукратное увеличение внутренних поездок на одного россиянина, увеличение экспорта туристских услуг инвестиций в туристской сфере – в три раза¹.

Указывается проблема оценки качества предоставления рекреационных услуг в сфере активного «нерегламентированного», например пешего, туризма [20].

В рамках управления туристско-рекреационным кластером необходима разработка комплексной программы физической рекреации, восстановления здоровья с учетом пола, возраста, физической подготовленности туристов. Такой подход при условии использования современных здоровьесформирующих технологий обеспечит развитие *персонализированного рекреационного туризма* [10].

В немногочисленных работах показана эффективность рекреации с точки зрения оценки психического и физического здоровья. В частности, в работе Т.Н. Третьяковой с соавторами (2021) представлены результаты контроля психоэмоционального состояния туристов во время экскурсии – пешего

10-километрового восхождения на Зюраткульский хребет (высота 1175 м над уровнем моря). Несмотря на физическую нагрузку, обусловленную рельефом горной местности, установлено положительное воздействие экоэкскурсии на психоэмоциональное состояние туристов, выраженное в повышении эмоционального тонуса (в среднем на 20 % от исходного состояния). Вместе с тем физические нагрузки, вызванные изменением привычного образа жизни и, вероятно, недостаточной физической подготовленностью экскурсантов, способствовали снижению показателя по шкале «Энергичность – усталость» у половины участников женского пола [33].

Представленные результаты указывают на необходимость оперативной оценки функционального состояния туристов на различных этапах преодолеваемого маршрута. Учет индивидуальной оценки физической подготовленности и функционального состояния позволит повысить эффективность рекреации [26] и обеспечить безопасное восстановление физических сил.

Несмотря на наличие цифровых технологий оперативной оценки функционального и психоэмоционального состояния, их использование в практике рекреационного туризма не востребовано. Однако использование данных технологий могло бы объективно отражать соотношение оздоровительных эффектов конкретных программ туристской рекреации.

Представленные в первой части настоящей статьи цифровые технологии (гаджеты, датчики и мобильные приложения), широко используемые преимущественно в сфере спортивной деятельности, вполне применимы в сфере рекреационного туризма.

Заключение. Информационные технологии и ресурсная база в сфере физической культуры и массового спорта способны качественно преобразовать услуги в сфере туризма в целом, так как любая его форма сопровождается оздоровительным эффектом на психоэмоциональном и функциональном уровне. В рамках решения задач по сохранению и развитию человеческого капитала, применению разработанных цифровых технологий оперативной оценки функционального состояния организма человека ведется поиск и применение эффективных моделей здоровьесбережения населения.

¹ Стратегия развития туризма в Российской Федерации в период до 2035 года (утверждена распоряжением Правительства РФ от 20.09.2019 г. № 2129-р).

Результаты применения цифровых технологий позволяют разрабатывать эффективные индивидуальные программы сопровождения двигательной активности и рекреации, восстановления резервов организма и профилактики неблагоприятных состояний.

Перспективным направлением исследований в сфере рекреационного туризма считаем необходимость подготовки высококвалифицированных специалистов, компетентных в области экспертизы качества рекреационных услуг.

Список литературы

1. Анохин, П.К. *Очерки по физиологии функциональных систем* / П.К. Анохин. – М.: Медицина, 1975. – С. 17–59.
2. Влияние экстремальных факторов подземной среды на функциональные показатели туристов-спелеологов / М.Н. Комаров, С.Р. Шарифуллина, Д.А. Иванов, Л.Ю. Климова // *Ученые записки ун-та им. П.Ф. Лесгафта*. – 2021. – № 4 (194). – С. 205–211. DOI: 10.34835/issn.2308-1961.2021.4.p 205-211
3. Исмаилов, Д.Г. Преодоление киберболезни при иммерсионном погружении в игры и тренажеры с использованием виртуальной реальности / Д.Г. Исмаилов, В.В. Кугуракова // *Вестник НЦБЖД*. – 2020. – № 4 (46). – С. 81–88.
4. Классификация функциональных состояний спортсменов и военнослужащих / А.С. Солодков, С.М. Ашкинази, В.П. Андрианов и др. // *Экстремал. деятельность человека*. – 2017. – № 4 (45). – С. 3–10.
5. Кружалин, В.И. Туристско-рекреационные кластеры – новые стратегии развития регионального туризма / В.И. Кружалин // *Курортное дело, туризм и рекреация*. – 2009. – № 3 (4). – С. 29–32.
6. Куликова, Г.И. Инструментальный метод контроля функционального состояния кадров сопровождения спортивных туристских мероприятий / Г.И. Куликова, В.К. Шеманаев, В.С. Логвинов // *Спорт, человек, здоровье. VII Междунар. науч. конгресс*. – СПб.: Олимп-СПб, 2015. – С. 151–153.
7. Медведев, И.Н. Физиологические основы воздействия на организм оздоровительного туризма / И.Н. Медведев, С.Ю. Завалишина, А.В. Малышев // *Актуальные проблемы науки и практики*. – М., 2020. – С. 203–209.
8. Михеев, А.А. Формирование информативных признаков для диагностики функционального состояния организма с применением нейросетевых технологий / А.А. Михеев, В.Н. Локтюхин, О.В. Мельник // *Радиотехника*. – 2012. – № 3. – С. 147–152.
9. Смагулов, Н.К. Система донологического контроля для оперативного распознавания и оценки функционального состояния организма / Н.К. Смагулов, Л.М. Коваленко, А.А. Адилбекова // *Медицина труда и промышленная экология*. – 2015. – № 9. – С. 133.
10. Ткачева, Т.В. Физическая реабилитация и рекреация / Т.В. Ткачева, Е.А. Фалеева // *Вопросы устойчивого развития общества*. – 2020. – № 8. – С. 322–328. DOI: 10.34755/IROK.2020.52.42.067
11. Третьякова, Т.Н. Влияние культурно-познавательных туров на состояние туристов / Т.Н. Третьякова, А.А. Меньщиков // *Вестник Ассоциации вузов туризма и сервиса*. – 2015. – Т. 9, № 3. – С. 62–71. DOI: 10.12737/12531
12. Функция внешнего дыхания у студентов-юношей вузов г. Тюмени при занятиях пешим туризмом / Н.Я. Прокопьев, В.Н. Ананьев, В.Н. Прокопьев и др. // *Научно-спортивный вестник Урала и Сибири*. – 2021. – № 4 (32). – С. 3–11.
13. Хватова, М.В. Функциональное состояние человека как интегральная характеристика / М.В. Хватова // *Вестник Тамбов. ун-та. Сер. Гуманитар. науки*. – 2008. – № 3 (59). – С. 22–27.
14. Шарафутдинов, В.Н. «Туристское пространство» как понятие: научные подходы к исследованию / В.Н. Шарафутдинов, Е.В. Онищенко // *Вестник Волж. гос. ун-та. Экономика*. – 2020. – № 2. – С. 28–39. DOI: 10.15688/ek.jvolsu.2020.2.3
15. Шептикина, Т.С. Физическая рекреация: дефиниция и проблемы содержания физкультурно-спортивной деятельности / Т.С. Шептикина, Н.Н. Сентябрьев, С.А. Шептикин // *Физ. культура. Спорт. Туризм. Двигательная рекреация*. – 2021. – Vol. 6 (1). – P. 13–20. DOI: 10.47475/2500-0365-2021-16102

16. A new model for evaluating the impact of ergonomic architectural design of gym, social network and digital knowledge on the desire of students for sport activities / B. Naseri, L. Rajabion, F. Zavarar et al. // *Human systems management*. – 2019. – Vol. 38, iss. 4. – P. 347–355. DOI: 10.3233/HSM-190486
17. A Wearable Sensor-Based Exercise Biofeedback System: Mixed Methods Evaluation of Formu-lift / M.A. O'Reilly, P. Slevin, T. Ward, B. Caulfield // *JMIR mHealth and uHealth*. – 2018. – Vol. 6 (1). – Art. numb. e33. DOI: 10.2196/mhealth.8115
18. Abdullah, S.K. Remote heart rate monitor system using NodeMcu microcontroller and easy pulse sensor v1.1 // *2nd international conference on sustainable engineering techniques (ICSET 2019), 2019, IOP, Conference Series-Materials Science and Engineering, Vol. 518, Article Number UNSP 052016*. DOI: 10.1088/1757-899X/518/5/052016
19. Ai, Z.X. Quantitative CT study of martial arts sports injuries based on image quality / Ai Z.X. // *Journal of visual communication and image representation*. – 2019. – Vol. 60. – P. 417–425. DOI: 10.1016/j.jvcir.2019.03.013
20. An assessment of value dimensions in hiking tourism: Pathways toward quality of life / S.A. Lee, A. Manthiou, L.L. Chiang, L.R. Tang // *International journal of tourism research*. – 2018. – Vol. 20 (2). – P. 236–246. DOI: 10.1002/jtr.2176
21. Determining the profile of tourists as users of rural tourism product-focus on a developing area (Vojvodina Province) / T. Gajic, M.D. Petrovic, M. Radovanovic et al. // *Deturope-the central european journal of regional development and tourism*. – 2021. – Vol. 13 (1). – P. 39–57.
22. Digitally augmenting sports: an opportunity for exploring and understanding novel balancing techniques / D. Altimira, F. Mueller, J. Clarke et al. // *34th Annual CHI conference on human factors in computing systems, CHI 2016, San Jose, CA, SIG CHI, ACM*. – 2016. – P. 1681–1691. DOI: 10.1145/2858036.2858277
23. Do image-assisted mobile applications improve dietary habits, knowledge, and behaviours in elite athletes? Apilotstudy / A. Simpson, L. Gemming, D. Baker, A. Braakhuis // *Sports*. – 2017. – Vol. 5 (3). – Art. numb. 60. DOI: 10.3390/sports5030060
24. Experimental evaluation of UWB indoor positioning for sport postures / M. Ridolfi, S. Vander-meeren, J. Defraye et al. // *Sensors*. – 2018. – Vol. 18, iss. 1. – Art. numb. 168. DOI: 10.3390/s18010168
25. Feodoroff, B. Effects of Full Body Exergaming in Virtual Reality on Cardiovascular and Muscular Parameters: Cross-Sectional Experiment / B. Feodoroff, I. Konstantinidis, I. Froboese // *JMIR Serious games*. – 2019. – Vol. 7, iss. 3. – Article number: e12324. DOI: 10.2196/12324
26. Influence of Physical Fitness of Students on the Quality of Leisure Organization in a Sports and Health Tourism / O. Mozolev, I. Shorobura, L. Zdanevych et al. // *Revista romaneasca pentru educatie multidimensionala*. – 2020. – Vol. 12 (2). – P. 117–131. DOI: 10.18662/rrem/12.2/269
27. Koehler, K. Monitoring energy expenditure using a multi-sensor device-applications and limitations of the SenseWear armband in athletic populations / K. Koehler, C. Drenowatz // *Frontiers in Physiology*. – 2017. – Vol. 8. – Art. numb. 983 DOI: 10.3389/fphys.2017.00983
28. Neumann, D.L. Affective and attentional states when running in a virtual reality environment / D.L. Neumann, R.L. Moffitt // *Sports*. – 2018. – Vol. 6, iss. 3. – Art. numb. 71. DOI: 10.3390/sports6030071
29. Performance Nutrition in the digital era – An exploratory study into the use of social media by sports nutritionists / D.M. Dunne, C. Lefevre, B. Cunniffe et al. // *Journal of sports sciences*. – 2019. – Vol. 37, iss. 21. – P. 2467–2474. DOI: 10.1080/02640414.2019.1642052
30. Piccione, J. Virtual skills training: the role of presence and agency / J. Piccione, J. Collett, A. De Foe // *Heliyon*. – 2019. – Vol. 5, iss. 11. – Art. numb. e02583. DOI: 10.1016/j.heliyon.2019.e02583
31. Regular physical activity modulates perceived visual speed when running in treadmill-mediated virtual environments / M. Caramenti, C.L. Lafortuna, E. Mugellini et al. // *PLOS ONE*. – 2019. – Vol. 14, iss. 6. – Article Number: e0219017. DOI: 10.1371/journal.pone.0219017
32. Rojas-Mendez, J.I. Demographics, attitudes, and technology readiness: A cross-cultural analysis and model validation / J.I. Rojas-Mendez, A. Parasuraman, N. Papadopoulos // *Marketing intelligence and planning*. – 2017. – Vol. 35, iss. 1. – P. 18–39. DOI: 10.1108/MIP-08-2015-0163
33. The Influence of Ecological Tours on the Psycho-Emotional Status of Tourists / T.N. Tretiakova, M.N. Malyzhenko, M. Radovanović, M. Petrović // *Human. Sport. Medicine*. – 2021. – Vol. 21, no. S1. – P. 171–176. (in Russ.). DOI: 10.14529/hsm21s126

34. *The role of science and technology in sport* / A. Kos, Y. Wei, S. Tomažič, A. Umek // *Procedia Computer Science*. – 2018. – Vol. 129. – P. 489–495. DOI: 10.1016/j.procs.2018.03.029
35. *User perceptions of smart class services in teaching and learning interactions* / Jin N., Yang F., Yan M. et al. // *Procedia CIRP*. – 2019. – Vol. 83. – P. 785–788. DOI: 10.1016/j.procir.2019.04.329
36. *Verhagen, E. Protecting the health of the athlete: how online technology may aid our common goal to prevent injury and illness in sport* / E. Verhagen, C. Bolling // *Ritish journal of sports medicine*. – 2015. – Vol. 49, iss. 18. – P. 1174–1178. DOI: 10.1136/bjsports-2014-094322
37. *Virtual reality and mixed reality for second chance tourism* / A. Bec, B. Moyle, V. Schaffer, K. Timms // *Tourism management*. – 2021. – Vol. 83. – Article Number: 104256. DOI: 10.1016/j.tourman.2020.104256
38. *Virtual reality to assess and train team ball sports performance: A scoping review* / C. Faure, A. Limballe, B. Bideau, R. Kulpa // *Journal of sports sciences*. – 2019. – Vol. 38, iss. 2. – P. 192–205. DOI: 10.1080/02640414.2019.1689807
39. *Virtual reality, presence, and attitude change: Empirical evidence from tourism* / I.P. Tussyadiah, D. Wang, T.H. Jung, M.C.T. Dieck // *Tourism management*. – 2018. – Vol. 66. – P. 140–154. DOI: 10.1016/j.tourman.2017.12.003
40. *Wearable sensors for monitoring the physiological and biochemical profile of the athlete* / S-shadri D.R., Li R.T., Voos J.E. et al. // *NPJ Digital Medicine*. – 2019. – Vol. 2. – Art. numb. 72. DOI: 10.1038/s41746-019-0150-9

References

1. Anokhin P.K. [Essays on the Physiology of Functional Systems]. Moscow, Medicine Publ., 1975, pp. 17–59.
2. Komarov M.N., Sharifullina S.R., Ivanov D.A., Klimova L.Yu. [Extreme Factors of the Underground Environment Influence on the Functional Indicators of Tourist-Speleologists]. *Uchenye zapiski universiteta imeni P.F. Lesgafta* [Scientific notes University P.F. Lesgaft], 2021, no. 4 (194), pp. 205–211. (in Russ.) DOI: 10.34835/issn.2308-1961.2021.4.p 205-211
3. Ismailov D.G., Kugurakova V.V. [Overcoming the Cyberbullying by Immersion in the Games and Simulators Using Virtual Reality]. *Vestnik NTsBZhD* [Vestnik NTsBZhD], 2020, no. 4, pp. 81–88. (in Russ.)
4. Solodkov A.S., Ashkinazi S.M., Andrianov V.P. [Classification of Athletes' and Military Men's Functional States]. *Ekstremal'naya deyatel'nost' cheloveka* [Extreme Human Activity], 2017, no. 4 (45), pp. 3–10. (in Russ.)
5. Kruzhalin V.I. [Tourism and Recreation Clusters – New Strategies for the Development of Regional Tourism]. *Kurortnoe delo, turizm i rekreatsiya* [Resort Business, Tourism and Recreation], 2009, no. 3 (4), pp. 29–32. (in Russ.)
6. Kulikova G.I., Shemanaev V.K., Logvinov V.S. [Instrumental Method of Monitoring the Functional State of Personnel Accompanying Sports Tourist Events]. *Sport, chelovek, zdorov'e. VII Mezhdunarodniy nauchniy kongress* [Sport, Human, Health. VII International Scientific Congress], 2015, pp. 151–153. (in Russ.)
7. Medvedev I.N., Zavalishina S.Yu., Malyshev A.V. [Physiological Bases of Health Tourism Effects on the Body]. *Aktual'nye problemy nauki i praktiki* [Actual Problems of Science and Practice]. Moscow, 2020, pp. 203–209. (in Russ.)
8. Mikheev A.A., Loktukhin V.N., Melnik O.V. [Construction of Informative Signs to Diagnose of the Functional Status of the Body Using Neural Network Technologies]. *Radiotekhnika* [Radio Engineering], 2012, no. 3, pp. 147–152. (in Russ.)
9. Smagulov N.K., Kovalenko L.M., Adilbekova A.A. [System of the Prenosological Control for Operative Detection and Assessment of the Functional State of the Organism]. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya* [Russian Journal of Occupational Health and Industrial Ecology], 2015, no. 9, p. 133. (in Russ.)
10. Tkacheva T.V., Faleeva E.A. [Physical Rehabilitation and Recreation]. *Voprosy ustoichivogo razvitiya obshchestva* [Issues of Sustainable Development of Society], 2020, no. 8, pp. 322–328. (in Russ.) DOI: 10.34755/IROK.2020.52.42.067

11. Tretiakova T.N., Menshchikov A.A. [Influence of Cultural and Educational Tours to the Condition of the Tourists]. *Vestnik Assotsiatsii vuzov turizma i servisa* [Service in Russia and Abroad], 2015, vol. 9, no. 3, pp. 62–71. (in Russ.) DOI: 10.12737/12531
12. Prokop'ev N.Ya., Anan'ev V.N., Prokop'ev V.N. et al. [The Function of External Respiration in Young Students of Tyumen Universities During Hiking]. *Nauchno-sportivnyi vestnik Urala i Sibiri* [Ural and Siberia Bulletin of Sports Science], 2021, no. 4 (32), pp. 3–11. (in Russ.)
13. Khvatova M.V. [Functional Condition of a Person as Integral Characteristic]. *Vestnik Tambovskogo universiteta. Ser. Gumanitarnye nauki* [Tambov University Review. Ser. Humanities], 2008, no. 3 (59), pp. 22–27. (in Russ.)
14. Sharafutdinov V.N., Onishchenko E.V. [Tourist Space as a Concept. Scientific Approaches to the Study]. *Vestnik Volzhskogo gosudarstvennogo universiteta. Ekonomika* [Journal of Volgograd State University. Economics], 2020, no. 2, pp. 28–39. (in Russ.) DOI: 10.15688/ek.jvolsu.2020.2.3
15. Sheptikina T.S., Sentyabrev N.N., Sheptikin S.A. [Physical Recreation. Definition and Problems of the Content of Physical and Sports Activities]. *Fizicheskaya kul'tura. Sport. Turizm. Dvigatel'naya rekreatsiya* [Physical Culture Journal. Sport. Tourism. Motor Recreation], 2021, vol. 6 (1), pp. 13–20. (in Russ.) DOI: 10.47475/2500-0365-2021-16102
16. Naseri B., Rajabion L., Zaravar F. et al. A New Model for Evaluating the Impact of Ergonomic Architectural Design of Gym, Social Network and Digital Knowledge on the Desire of Students for Sport Activities. *Human Systems Management*, 2019, vol. 38, iss. 4, pp. 347–355. DOI: 10.3233/HSM-190486
17. O'Reilly M.A., Slevin P., Ward T., Caulfield B. A Wearable Sensor-Based Exercise Biofeedback System: Mixed Methods Evaluation of Formulift. *JMIR mHealth and uHealth*, 2018, vol. 6 (1), e33. DOI: 10.2196/mhealth.8115
18. Abdullah S.K. Remote Heart Rate Monitor System Using NodeMcu Microcontroller and Easy Pulse Sensor v1.1. *2nd International Conference on Sustainable Engineering Techniques (ICSET 2019)*, 2019, vol. 518, UNSP 052016. DOI: 10.1088/1757-899X/518/5/052016
19. Ai Z.X. Quantitative CT Study of Martial Arts Sports Injuries Based on Image Quality. *Journal of Visual Communication and Image Representation*, 2019, vol. 60, pp. 417–425. DOI: 10.1016/j.jvcir.2019.03.013
20. Lee S.A., Manthiou A., Chiang L.L., Tang L.R. An Assessment of Value Dimensions in Hiking Tourism: Pathways Toward Quality of Life. *International Journal of Tourism Research*, 2018, vol. 20 (2), pp. 236–246. DOI: 10.1002/jtr.2176
21. Gajic T., Petrovic M.D., Radovanovic M. et al. Determining the Profile of Tourists as Users of Rural Tourism Product- Focus on a Developing Area (Vojvodina Province). *Deturope-the Central European Journal of Regional Development and Tourism*, 2021, vol. 13 (1), pp. 39–57. DOI: 10.32725/det.2021.003
22. Altimira D., Mueller F., Clarke J. et al. Digitally Augmenting Sports: an Opportunity for Exploring and Understanding Novel Balancing Techniques. *34th Annual CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, CHI 2016*, San Jose, CA, SIG CHI, ACM, 2016, pp. 1681–1691. DOI: 10.1145/2858036.2858277
23. Simpson A., Gemming L., Baker D., Braakhuis A. Do Image-Assisted Mobile Applications Improve Dietary Habits, Knowledge, and Behaviours in Elite Athletes? Apilotstudy. *Sports*, 2017, vol. 5 (3), art. numb. 60. DOI: 10.3390/sports5030060
24. Ridolfi M., Vandermeeren S., Defraye J. et al. Experimental Evaluation of UWB Indoor Positioning for Sport Postures. *Sensors*, 2018, vol. 18, no. 1, art. numb. 168. DOI: 10.3390/s18010168
25. Feodoroff B., Konstantinidis I., Froboese I. Effects of Full Body Exergaming in Virtual Reality on Cardiovascular and Muscular Parameters: Cross-Sectional Experiment. *JMIR Serious Games*, 2019, vol. 7, iss. 3, e12324. DOI: 10.2196/12324
26. Mozolev O., Shorobura I., Zdanevych L. et al. Influence of Physical Fitness of Students on the Quality of Leisure Organization in a Sports and Health Tourism. *Revista Romaneasca Pentru Educatie Multidimensionala*, 2020, vol. 12 (2), pp. 117–131. DOI: 10.18662/rrem/12.2/269
27. Koehler K., Drenowatz C. Monitoring Energy Expenditure Using a Multi-Sensor Device- Applications and Limitations of the SenseWear Armband in Athletic Populations. *Frontiers in Physiology*, 2017, vol. 8, art. numb. 983. DOI: 10.3389/fphys.2017.00983
28. Neumann D.L., Moffitt R.L. Affective and Attentional States when Running in a Virtual Reality Environment. *Sports*, 2018, vol. 6, iss. 3, art. numb. 71. DOI: 10.3390/sports6030071

29. Dunne D.M., Lefevre C., Cunniffe B. et al. Performance Nutrition in the Digital Era – An Exploratory Study Into the Use of Social Media by Sports Nutritionists. *Journal of Sports Sciences*, 2019, vol. 37, iss. 21, pp. 2467–2474. DOI: 10.1080/02640414.2019.1642052
30. Piccione J., Collett J., De Foe A. Virtual Skills Training: the Role of Presence and Agency. *Heliyon*, 2019, vol. 5, iss. 11, art. numb. e02583. DOI: 10.1016/j.heliyon.2019.e02583
31. Caramenti M., Lafortuna C.L., Mugellini E. et al. Regular Physical Activity Modulates Perceived Visual Speed when Running in Treadmill-Mediated Virtual Environments. *PLOS ONE*, 2019, vol. 14 (6), art. numb. e0219017. DOI: 10.1371/journal.pone.0219017
32. Rojas-Mendez J.I., Parasuraman A., Papadopoulos N. Demographics, Attitudes, and Technology Readiness: A Cross-Cultural Analysis and Model Validation. *Marketing Intelligence and Planning*, 2017, vol. 35, iss. 1, pp. 18–39. DOI: 10.1108/MIP-08-2015-0163
33. Tretiakova T.N., Malyzhenko M.N., Radovanović M., Petrović M. The Influence of Ecological Tours on the Psycho-Emotional Status of Tourists. *Human. Sport. Medicine*, 2021, vol. 21, no. S1, pp. 171–176. (in Russ.) DOI: 10.14529/hsm21s126
34. Kos A., Wei Y., Tomažič S., Umek A. The Role of Science and Technology in Sport. *Procedia Computer Science*, 2018, vol. 129, pp. 489–495. DOI: 10.1016/j.procs.2018.03.029
35. Jin N., Yang F., Yan M. et al. User Perceptions of Smart Class Services in Teaching and Learning Interactions. *Procedia CIRP*, 2019, vol. 83, pp. 785–788. DOI: 10.1016/j.procir.2019.04.329
36. Verhagen E., Bolling C. Protecting the Health of the Athlete: how Online Technology May Aid Our Common Goal to Prevent Injury and Illness in Sport. *British Journal of Sports Medicine*, 2015, vol. 49, iss. 18, pp. 1174–1178. DOI: 10.1136/bjsports-2014-094322
37. Bec A., Moyle B., Schaffer V., Timms K. Virtual Reality and Mixed Reality for Second Chance Tourism. *Tourism Management*, 2021, vol. 83. DOI: 10.1016/j.tourman.2020.104256
38. Faure C., Limballe A., Bideau B., Kulpa R. Virtual Reality to Assess and Train Team Ball Sports Performance: A Scoping Review. *Journal of Sports Sciences*, 2019, vol. 38, iss. 2, pp. 192–205. DOI: 10.1080/02640414.2019.1689807
39. Tussyadiah I.P., Wang D., Jung T.H., Dieck M.C.T. Virtual Reality, Presence, and Attitude Change: Empirical Evidence from Tourism. *Tourism Management*, 2018, vol. 66, pp. 140–154. DOI: 10.1016/j.tourman.2017.12.003
40. Seshadri D.R., Li R.T., Voos J.E. et al. Wearable Sensors for Monitoring the Physiological and Biochemical Profile of the Athlete. *NPJ Digital Medicine*, 2019, vol. 2, art. numb. 72. DOI: 10.1038/s41746-019-0150-9

Информация об авторах

Байгужин Павел Азифович, доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник, научно-исследовательский центр спортивной науки, Институт спорта, туризма и сервиса, Южно-Уральский государственный университет, Челябинск, Россия.

Шибкова Дарья Захаровна, доктор биологических наук, профессор, главный научный сотрудник, научно-исследовательский центр спортивной науки, Институт спорта, туризма и сервиса, Южно-Уральский государственный университет, Челябинск, Россия.

Шевцов Анатолий Владимирович, доктор биологических наук, заведующий кафедрой физической реабилитации, Национальный государственный университет физической культуры, спорта и здоровья имени П.Ф. Лесгафта, Санкт-Петербург, Россия.

Information about the authors

Pavel A. Baiguzhin, Doctor of Biological Sciences, Leading Researcher, Research Center for Sports Science, Institute of Sport, Tourism and Service, South Ural State University Chelyabinsk, Russia.

Dariya Z. Shibkova, Doctor of Biological Sciences, Professor, Principal Researcher, Research Center for Sports Science, Institute of Sport, Tourism and Service, South Ural State University, Chelyabinsk, Russia.

Anatoliy V. Shevtsov, Doctor of Biological Sciences, Head of the Department of Physical Rehabilitation, Lesgaft National State University of Physical Education, Sport and Health, St. Petersburg, Russia.

Статья поступила в редакцию 01.09.2022

The article was submitted 01.09.2022