

УДК 796.015.6

DOI 10.5930/1994-4683-2026-2-183-190

Нейрофункциональное профилирование и биологическая обратная связь в оптимизации двигательной деятельности пловцов с ограниченными возможностями здоровья

Шмонина Ольга Николаевна¹, кандидат педагогических наук, доцент

Корчевой Леонид Николаевич¹, кандидат педагогических наук, доцент

Небураковский Александр Александрович², кандидат педагогических наук, доцент

¹*Дальневосточная государственная академия физической культуры, Хабаровск*

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

Аннотация

Цель исследования – определить эффективность использования технологий биологической обратной связи (БОС) в оптимизации двигательной деятельности лиц с ограниченными возможностями здоровья, занимающихся адаптивным плаванием, на основе комплексного нейрофункционального профилирования.

Методы и организация исследования. Применяли комплексную диагностику функционального состояния участников, включающую электроэнцефалографию и электромиографию (аппаратно-программный комплекс «Колибри»), кардиоритмографический анализ («Валеоскан»), стабилотографию, анализ кинематических характеристик движений (система MSFit).

Результаты исследования и выводы. На основе полученных данных выделены пять функциональных профилей занимающихся. Внедрены БОС-протоколы, включающие нейромышечную, дыхательную, сенсомоторную и когнитивную коррекцию. Применение БОС-технологий обеспечивает многоуровневое воздействие на структуру двигательной деятельности. Выявлено снижение зависимости от зрительных подсказок, улучшение стабильности корпуса, повышение симметрии движений, снижение избыточного мышечного напряжения, оптимизация вегетативной регуляции и формирование состояния «спокойной концентрации». Наиболее выраженная динамика зафиксирована у лиц с исходно нарушенными механизмами саморегуляции. БОС представляет эффективный инструмент развития саморегуляции и сенсомоторной автономности. Необходима разработка профиль-ориентированных программ тренировок, основанных на предварительном нейрофункциональном обследовании, что обеспечит индивидуализацию процесса и повышение качества жизни лиц с ограниченными возможностями здоровья.

Ключевые слова: лица с ограниченными возможностями здоровья, адаптивное плавание, биологическая обратная связь, нейрофункциональное профилирование, двигательная реабилитация

Neurofunctional profiling and biofeedback for optimizing motor performance in swimmers with health limitations

Shmonina Olga Nikolaevna¹, candidate of pedagogical sciences, associate professor

Korchevoy Leonid Nikolaevich¹, candidate of pedagogical sciences, associate professor

Neburakovskiy Aleksandr Aleksandrovich², candidate of pedagogical sciences, associate professor

¹*Far Eastern State Academy of Physical Culture, Khabarovsk*

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

Abstract

The purpose of the study is to determine the effectiveness of using biofeedback (BFB) technologies in optimizing the motor performance of individuals with disabilities engaged in adaptive swimming, based on comprehensive neurofunctional profiling.

Research methods and organization. A comprehensive assessment of the participants' functional state was conducted, including electroencephalography and electromyography (hardware-software complex 'Kolibri'), cardiorythmographic analysis ('Valeoscan'), stabilography, and analysis of the kinematic characteristics of movements (MSFit system).

Research results and conclusions. Based on the obtained data, five functional profiles of the participants were identified. Biofeedback (BFB) protocols have been implemented, including neuromuscular, respiratory, sensorimotor, and cognitive correction. The use of BFB technologies

ensures a multi-level impact on the structure of motor activity. A reduction in dependence on visual cues, improved trunk stability, increased movement symmetry, decreased excessive muscle tension, optimization of autonomic regulation, and the formation of a state of 'calm focus' have been observed. The most pronounced progress was recorded in individuals with initially impaired self-regulation mechanisms. BFB represents an effective tool for developing self-regulation and sensorimotor autonomy. There is a need to develop profile-oriented training programs based on preliminary neurofunctional assessment, which will ensure individualization of the process and improve the quality of life for people with disabilities.

Keywords: individuals with disabilities, adaptive swimming, biofeedback, neurofunctional profiling, motor rehabilitation

Введение. Физическая реабилитация и социальная адаптация лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) занимают значимое место в современной системе адаптивной физической культуры (АФК). В условиях роста числа детей и взрослых с различными нарушениями опорно-двигательного аппарата, неврологическими отклонениями и сочетанными нарушениями актуализируется поиск наиболее эффективных и научно обоснованных методов воздействия, способных не только компенсировать функциональные дефициты, но и обеспечивать устойчивые позитивные изменения в качестве жизни. Среди разнообразных средств физической реабилитации плавание традиционно рассматривается как один из наиболее эффективных методов коррекции моторных нарушений. Это связано с тем, что водная среда обеспечивает разгрузку суставов, улучшает работу дыхательной и сердечно-сосудистой систем, способствует нормализации мышечного тонуса и стимулирует координационные механизмы [1, 2, 3]. Однако, как показывает анализ современных практик, высокие потенциалы адаптивного плавания не всегда реализуются в полной мере. Во многом это обусловлено тем, что традиционные программы тренировок ориентированы на групповые формы работы и предполагают использование унифицированных упражнений вне зависимости от индивидуальных различий в нейрофизиологическом профиле занимающихся. Между тем лица с ОВЗ значительно различаются по типу и степени выраженности двигательных нарушений, уровню сенсорной интеграции, стабильности психоэмоционального состояния и адаптационных возможностей организма. Это подтверждается многочисленными исследованиями, указывающими на необходимость индивидуализации тренировочного процесса и учёта специфики конкретного нарушения [4, 5].

В последние годы в АФК активно внедряются современные цифровые и аппаратно-программные средства диагностики, позволившие выйти на новый уровень понимания закономерностей двигательной регуляции. К числу таких средств относятся комплексы «Колибри», «Валеоскан», «Стабилан 01-2», MSFit и другие системы, обеспечивающие многокомпонентную регистрацию функциональных показателей в реальном времени, а также «носимые» технологии в сфере спорта. Подобные технологии успешно применяются для измерения различных аспектов движения и физиологических фаз спортсмена, а также для получения данных о связи между телом спортсмена и его снаряжением. Их использование позволяет получать объективную картину состояния занимающегося, выявлять слабые звенья двигательной регуляции и точно корректировать методику занятий [6, 7, 8].

Особое внимание в современной методологии адаптивного плавания уделяется биологической обратной связи (БОС). БОС-технологии позволяют человеку

осознавать и контролировать параметры своего состояния — от мышечного тонуса до дыхательного ритма и активности мозговых структур — благодаря визуализации физиологических показателей. Метод БОС основан на принципах саморегуляции и нейропластичности и обеспечивает формирование новых, более экономичных и координационно точных двигательных стереотипов [9, 10].

Технологии постоянно внедряются в наше общество, и сфера образования не является исключением, поскольку технологии способны улучшить процесс обучения. Более того, в области физического воспитания их важность подчеркивается существованием специальных приложений для физической активности, которые можно использовать для оценки физической формы, а также потенциалом виртуальной и дополненной реальности в такой оценке [11].

Методика и организация исследования. В рамках представленного исследования была поставлена задача определить эффективность использования технологий БОС в оптимизации двигательной деятельности лиц с ОВЗ, занимающихся плаванием, на основе комплексного нейрофункционального профилирования. Такой подход позволил сочетать традиционные педагогические методы с объективными инструментальными технологиями, создавая условия для разработки индивидуализированных программ тренировок.

Для получения целостной картины функционального состояния каждого участника использовалась комплексная диагностика, включающая показатели когнитивной нагрузки, мышечной активности, параметры вегетативной регуляции, устойчивости позы и симметрии движений [12]. Электроэнцефалография и электромиография в рамках АПК «Колибри» давали возможность анализировать степень вовлечённости различных мышечных групп, уровень гиперконтроля, качество межмышечной координации и эмоционально-когнитивный фон. Кардиоритмографический анализ («Валеоскан») отражал баланс симпатической и парасимпатической активности, что особенно важно для людей с недостаточной стрессоустойчивостью и ограниченными адаптационными резервами [10].

Использование стабилотографии позволило оценить способность удерживать равновесие, перераспределять вес тела и сохранять стабильность в условиях отключения зрительной опоры – параметров, тесно связанных с эффективностью техники плавания. Система MSFit обеспечивала анализ кинематических характеристик движений, включая симметрию гребков, устойчивость корпуса и взаимосвязь между фазами работы руками и дыханием.

Объединение этих данных позволило выделить пять функциональных профилей занимающихся – от выраженного гиперконтроля и зрительной зависимости до состояния функционального оптимума. Такой подход дал возможность не просто классифицировать участников по степени нарушений, но и определить ведущие механизмы двигательной дисфункции, что является ключом к формированию индивидуальных тренировочных программ.

Результаты исследования. Выделение функциональных профилей стало одним из ключевых результатов исследования, поскольку позволило связать объективные данные нейрофункционального состояния с характерными особенностями двигательной деятельности в воде. Первый функциональный профиль – профиль выраженного гиперконтроля – проявлялся сочетанием высокой когнитивной

нагрузки, усиленной β -активности по ЭЭГ и напряжённой работы мышц плечевого пояса. Такие занимающиеся демонстрировали выраженную зависимость от зрительной опоры: малейшее ограничение зрительного контроля приводило к нарушению равновесия, снижению амплитуды движений и увеличению количества компенсаторных микродвижений. В плавании это проявлялось в укороченных гребках, асимметрии работы рук и избыточном напряжении шейно-плечевой области, что повышало утомляемость и делало технику неустойчивой. Подобные особенности описываются и в литературе: лица с повышенным уровнем контроля движений чаще демонстрируют моторную скованность, что ограничивает эффективность обучения и требует специальных методов коррекции [3].

Второй функциональный профиль характеризовался состоянием хронической мобилизации – постоянным физиологическим напряжением, проявляющимся в повышенной частоте сердечных сокращений, сниженных значениях SDNN и RMSSD и выраженной симпатической доминанте. Такие занимающиеся могли демонстрировать хорошую мотивацию, однако длительно находились в состоянии биологического «перевозбуждения», что приводило к снижению качества движений, быстрой утомляемости и ограниченной способности к восстановлению. Для них особенно актуальны дыхательные методики, упражнения на расслабление, медленный ритм плавания и работа с парасимпатической активностью, о чём свидетельствуют исследования, посвящённые психофизиологическому состоянию лиц с ОВЗ [2].

Третий функциональный профиль можно охарактеризовать как функциональный оптимум. Представители этой группы демонстрировали сбалансированную работу вегетативной нервной системы, высокую симметрию движений, оптимальное распределение мышечных усилий и устойчивую технику плавания. Их показатели стабильности оставались стабильными даже при выключении зрения, что свидетельствует о высокой проприоцептивной чувствительности и хорошей сенсомоторной интеграции. Данная группа служит важной опорной моделью для разработки нормативных ориентиров и оценки эффективности внедряемых методик, что соответствует рекомендациям ведущих специалистов в области адаптивного спорта [3, 5].

Четвёртый и пятый функциональные профили отражали более сложные нарушения — дыхательной регуляции, проприоцептивного контроля, межмышечной координации и структуры двигательных цепей. У занимающихся этих групп наблюдалась выраженная асимметрия гребковых движений, нестабильность корпуса, нарушение ритмичности вдоха и выдоха, увеличение площади стабильного эллипса и высокая зависимость от внешних подсказок. Подобные особенности часто встречаются у детей и взрослых с двигательными нарушениями, сформированными на фоне неврологических заболеваний или органических поражений ЦНС [5, 12].

Анализ функциональных профилей позволил перейти к ключевому этапу исследования – оценке эффективности применения технологий биологической обратной связи при коррекции двигательных и психофизиологических показателей у лиц с ОВЗ. Применение БОС в адаптивном плавании обеспечивает воздействие сразу на несколько уровней регуляции: мышечный, сенсомоторный, вегетативный и когнитивный. Такая многоплоскостность делает метод универсальным и высокоэффективным, что подтверждено как отечественными, так и зарубежными исследованиями в области биоуправления [7, 9].

Использование стабилиграфических БОС-протоколов привело к снижению зависимости от зрительных подсказок, улучшению стабильности корпуса и уменьшению радиуса колебаний центра давления. Особенно ярко эти изменения проявились у представителей профилей А и В. Уменьшение различий между показателями при открытых и закрытых глазах указывало на повышение сенсорной автономности и улучшение перераспределения стабилизирующих усилий. Это важнейший показатель, поскольку плавание постоянно требует от занимающегося работы в условиях нестабильной опоры, а способность поддерживать равновесие без визуального контроля является фундаментом для устойчивой координации движений.

БОС-ЭМГ оказал выраженное влияние на структуру мышечной активности. В группах с доминированием гипертонуса наблюдалось снижение избыточного напряжения плечевого пояса, выравнивание работы парных мышц и повышение симметрии движений. Методики ЭМГ-БОС позволяют увидеть, как распределяется мышечное усилие в реальном времени, и корректировать его до формирования устойчивого моторного паттерна. Данная технология доказала свою эффективность в реабилитации детей с ДЦП и другими двигательными нарушениями, в том числе в исследованиях Захарьевой Н.Н. и коллег, отмечавших влияние биоуправления на снижение мышечной ригидности и улучшение межмышечной координации [9].

Вегетативная регуляция, оцениваемая по показателям ВСР, также показала положительную динамику под воздействием дыхательных БОС-методик. Увеличение SDNN и RMSSD свидетельствовало об укрупнении парасимпатической активности, что соответствует улучшению стрессоустойчивости, способности к восстановлению и оптимальному уровню мобилизации перед выполнением физической нагрузки. Эти данные подтверждают выводы специалистов, изучающих влияние дыхательных практик на лиц с нарушениями развития [5, 6].

Когнитивный компонент – один из наиболее значимых аспектов интеграции БОС в методику плавания. ЭЭГ-БОС способствует снижению избыточной β -активности, что уменьшает гиперконтроль и способствует формированию состояния «спокойной концентрации». Это состояние обеспечивает более плавную технику, высокую точность движений и лучшую интеграцию дыхания с фазами гребка. В научных публикациях подчёркивается, что снижение гиперконтроля — ключевой фактор повышения эффективности обучения двигательным навыкам, поскольку избыточная когнитивная нагрузка блокирует автоматизацию движений [10, 11].

Комплексный анализ показал, что применение технологий биологической обратной связи не только улучшает отдельные показатели, но и оказывает системное влияние на всю структуру двигательной деятельности. Это проявляется в постепенной перестройке двигательных цепей, улучшении координации, усилении связи между дыханием и движением и формировании более экономичной техники плавания. Подобное многоуровневое воздействие подтверждает эффективность БОС как метода адаптивного моторного обучения, ориентированного на развитие саморегуляции и сенсомоторной автономности [12].

Важно подчеркнуть, что эффективность биологической обратной связи во многом определяется правильной организацией тренировочного процесса. Одним из ключевых принципов является постепенность: вводимые упражнения должны соответствовать уровню двигательной готовности занимающегося и опираться на

его текущий нейрофункциональный профиль. Например, для представителей профиля выраженного гиперконтроля необходимо сочетание проприоцептивных задач, работы без зрительной опоры и упражнений на снижение когнитивного напряжения. С другой стороны, для лиц с нарушенной дыхательной регуляцией приоритет должны иметь дыхательные БОС-протоколы, направленные на восстановление ритма, увеличение длительности выдоха и формирование плавного дыхательного цикла, что подтверждается исследованиями, отражающими эффективность дыхательных методик в коррекционной практике [3].

Выводы. Роль тренера в реализации БОС-методик выходит за рамки традиционной педагогической функции. Специалист выступает посредником между цифровой информацией и двигательным действием занимающегося, интерпретируя данные приборов и формируя обратную связь для переосмысления структуры движений. Цифровые сигналы становятся мощным инструментом развития самосознания и навыков самокоррекции.

Применение БОС особенно значимо в работе с детьми с ОВЗ, имеющими трудности в формировании базовых двигательных схем и выраженную зависимость от зрительных подсказок. Постепенное отключение зрительной опоры и переход к проприоцептивному контролю – критически важный этап обучения. Визуальные сигналы в реальном времени стимулируют интерес, повышают эмоциональное вовлечение и укрепляют мотивацию, что является мощным фактором поддержания регулярности тренировочного процесса.

Методическая структура БОС включает четыре взаимосвязанных направления: нейромышечную, дыхательную, сенсомоторную и когнитивную коррекцию. Их интеграция в единую систему обеспечивает устойчивые изменения. Полученные результаты подтверждают, что оптимальное развитие двигательной функции возможно при комплексной работе с когнитивными, сенсорными, моторными и вегетативными компонентами.

Влияние БОС наиболее выражено у лиц с нарушенными механизмами саморегуляции, что подтверждает необходимость дифференциации метода по уровням подготовки. БОС служит инструментом раннего выявления рисков в двигательной деятельности и профилактики нарушений.

Применение биологической обратной связи в адаптивном плавании позволяет формировать полноценный навык саморегуляции, сохраняющийся вне тренировочного процесса. В отличие от вербальных инструкций, БОС обучает внутренним механизмам управления движением, делая умения более устойчивыми и переносимыми в другие условия физической активности. Возможность наблюдать улучшение собственных показателей в реальном времени формирует позитивный эмоциональный фон, особенно значимый для лиц с ОВЗ, имеющих проблемы с самооценкой.

Интеграция БОС обеспечивает системный эффект благодаря развитию межфункционального взаимодействия: повышение проприоцептивной чувствительности приводит к улучшению дыхательной координации, нормализация дыхания способствует стабилизации корпуса, а улучшение постурального контроля повышает эффективность движений.

Методическая значимость исследования заключается в необходимости разработки профиль-ориентированных программ адаптивного плавания на основе

предварительного нейрофункционального обследования (ЭЭГ, ЭМГ, стабиллография, кардиоритмография). Особое внимание следует уделить коррекции моторной асимметрии, нарушений дыхательного паттерна и зрительной зависимости.

Практическая значимость результатов выходит за рамки плавания и может быть перенесена на другие виды адаптивной спортивной подготовки. БОС-методики способны существенно повысить качество жизни людей с ОВЗ, облегчить выполнение ежедневных задач и снизить утомляемость.

Переход от унифицированного тренинга к системному, научно обоснованному и индивидуализированному подходу требует высокой квалификации специалистов и развития их компетенций в области интерпретации данных современных технологий. Адаптивное плавание, дополненное БОС и комплексным нейрофункциональным анализом, представляет собой эффективный инструмент оптимизации двигательной деятельности, обеспечивающий системный эффект и интеграцию навыков в повседневную деятельность.

Список источников

1. Авилова И. А. Плавание как эффективное средство реабилитации для людей с ограниченными возможностями здоровья // Региональный вестник. 2020. № 2 (41). С. 32–34. EDN FMKGHU.
2. Андрусева И. В., Драгомощенко Р. Педагогические основы проведения занятий оздоровительным плаванием, направленных на коррекцию двигательной сферы детей с ОВЗ // Современное образование: актуальные вопросы, достижения и инновации : сборник статей X Международной научно-практической конференции, Пенза, 25 октября 2017 года / под общей редакцией Г. Ю. Гуляева. Пенза : Наука и Просвещение (ИП Гуляев Г.Ю.), 2017. С. 112–114. EDN ZOSUTD.
3. Теречева М. Н., Павлова Л. Н. Технология сенсорной интеграции в социализации детей с ограниченными возможностями здоровья // Вестник Ленинградского государственного университета им. А.С. Пушкина. 2019. № 2. С. 201–211. EDN TZAWNJ.
4. Оздоровительное и спортивное плавание для людей с ограниченными возможностями : монография / Н. Ж. Булгакова, С. Н. Морозов, С. М. Никитина, Т. Н. Павлова, О. И. Попов. Москва : Научно-издательский центр ИНФРА-М, 2020. 313 с. (Научная мысль). ISBN 978-5-16-015465-7. DOI 10.12737/1035224. EDN BLZOZZ.
5. Алексеева О. П. Технологические инновации в области адаптивной физической культуры // Современное педагогическое образование. 2022. № 2. С. 114–119. EDN NLTQXR.
6. Эффективность аппаратно-программных комплексов в оценке психофизиологического состояния лиц экстремальных профессий / Брагин М. А., Голобородько Е. В., Котенко Н. В., Самойлов А. С., Калинина М. Ю. DOI 10.38025/2078-1962-2021-20-6-111-118 // Вестник восстановительной медицины. 2021. № 6. С. 111–118. EDN: UIZLKR.
7. Kooiman B. J., Sheehan D. P., Wesolek M. Technology assisted reciprocal physical activity (TARP activities). DOI 10.1080/23311886.2016.1209966 // Cogent Social Sciences. 2016. No 2. P. 1–9.
8. Применение стабилометрического тренинга на основе биологической обратной связи как метода развития координационных навыков у студентов с ограниченными возможностями здоровья / Медведева Е. В., Баранова Е. А., Бредихина Ю. П., Карпова И. А. // Современные вопросы биомедицины. 2018. Т. 2, № 2 (3). С. 17. EDN XQRWXB.
9. Совершенствование технической подготовленности пловцов с использованием методов биологической обратной связи / А. А. Третьяков, А. В. Апальков, С. В. Курдюкова, А. И. Ляпин // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. 2022. № 4 (206). С. 432–436. EDN AWLASH.
10. The Emergence of Technology in Physical Education: A General Bibliometric Analysis with a Focus on Virtual and Augmented Reality / F. Calabuig-Moreno, M. H. González-Serrano, J. Fombona, M. García-Tascón. DOI 10.3390/su12072728 // Sustainability. 2020. No 12. P. 27–28. EDN: AGHPNX.
11. Реабилитация детей с ДЦП: обзор современных подходов в помощь реабилитационным центрам / Е. В. Семёнова, Е. В. Клочкова, А. Е. Коршикова-Морозова, А. В. Трухачёва, Е. Ю. Заблочкис. Москва : Лепта Книга, 2018. 584 с. ISBN 978-5-91173-531-9.
12. Фетисов А. М., Сайкин С. В. Плавание в комплексной реабилитации и социализации детей с ограниченными возможностями и отклонениями в состоянии здоровья // Социально-экономические явления и процессы. 2014. Т. 9, № 12. С. 341–347. EDN TIMLTZ.

References

1. Avilova I. A. (2020), "Swimming as an effective means of rehabilitation for people with disabilities", *Regional Bulletin*, No. 2 (41), pp. 32–34.
2. Andrusava I. V., Dragomoshchenko R. (2017), "Pedagogical foundations of conducting recreational swimming classes aimed at correcting the motor sphere of children with disabilities", *Modern education*:

topical issues, achievements and innovations, Collection of articles from the X International scientific and practical conference, Penza, October 25, 2017, Penza, Science and Education (IP Gulyaev G. Yu.), pp. 112–114.

3. Terecheva M. N., Pavlova L. N. (2019), “Sensory Integration Technology in the Socialization of Children with Disabilities”, *Bulletin of the Leningrad State University named after A.S. Pushkin*, No. 2, pp. 201–211.

4. Bulgakova N. Ja., Morozov S. N., Nikitina S. [et al.] (2020), “Recreation and sports swimming for people with disabilities”, monogr., Moscow, 313 p., ISBN 978-5-16-015465-7, DOI 10.12737/1035224.

5. Alekseeva O. P. (2022), “Technological innovations in the field of adaptive physical education”, *Modern pedagogical education*, No. 2, pp. 114–119.

6. Bragin M. A., Goloborodko E. V., Kotenko N. V., Samoilo A. S., Kalinina M. Yu. (2021), “Efficiency of hardware and software systems in assessing the psychophysiological state of people in extreme professions”, *Bulletin of Restorative Medicine*, No. 6, pp. 111–118, <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2021-206-111-118>.

7. Kooiman B. J., Sheehan D. P., Wesolek M. (2016), “Technology assisted reciprocal physical activity (TARP activities)”, *Cogent Social Sciences*, No 2, pp. 1–9, DOI 10.1080/23311886.2016.1209966.

8. Medvedeva E. V., Baranova E. A., Bredikhina Yu. P., Karpova I. A. (2018), “Application of stabilometric training based on biofeedback as a method of developing coordination skills among students with disabilities”, *Modern issues of biomedicine*, Vol. 2, No 2 (3), p. 17.

9. Tretyakov A. A., Apalkov A. V., Kurdyukova S. V., Lyapin A. I. (2022), “Improving the technical fitness of swimmers using biofeedback methods”, *Scientific Notes of P. F. Lesgaft University*, No. 4 (206), pp. 432–436.

10. Calabuig-Moreno F., González-Serrano M. H., Fombona J., García-Tascón M. (2020), “The Emergence of Technology in Physical Education: A General Bibliometric Analysis with a Focus on Virtual and Augmented Reality”, *Sustainability*, No 12, pp. 27–28, DOI 10.3390/su12072728.

11. Semenova E. V., Klochkova E. V., Korshikova-Morozova A. E. [et al.] (2018), “Rehabilitation of children with cerebral palsy: a review of modern approaches to assist rehabilitation centers”, Moscow, Lepta Kniga, 584 p., (Series "ABCs of Mercy": methods and reference manuals), ISBN 978-5-91173-531-9.

12. Fetisov A. M., Saykin S. V. (2014), “Swimming in the Comprehensive Rehabilitation and Socialization of Children with Disabilities and Health Deviations”, *Socio-Economic Phenomena and Processes*, Vol. 9, No. 12, pp. 341–347.

Информация об авторах:

Шмонина О.Н., профессор кафедры Медико-биологических технологий и биомеханики, SPIN-код: 9727-8643.

Корчевой Л.Н., профессор кафедры Спорт, SPIN-код: 3926-9861, ORCID: 0000-0001-5000-1181.

Небураковский А.А., доцент кафедры Теории и методика тхэквондо и спортивно-боевых единоборств, SPIN-код: 5826-9076.

Авторы заявляют об отсутствии конфликтов интересов.

Поступила в редакцию 05.01.2026.

Принята к публикации 02.02.2026.