



УДК 612.821 + 796

EDN TNRQRX

<https://doi.org/10.33910/2687-1270-2026-7-1-146-156>

Управление функциональным состоянием организма спортсменов по параметрам ЭЭГ

Н. Н. Сентябрев ^{✉1}, И. В. Федотова ¹, С. А. Парастаев ², И. Н. Митин ²

¹Волгоградская академия физической культуры, 400005, Россия, Волгоград, пр. им. В. И. Ленина, д. 78

²Национальный центр спортивной медицины Федерального медико-биологического агентства, 121059, Россия, Москва, ул. Большая Дорогомиловская, д. 5

Сведения об авторах

Николай Николаевич Сентябрев, SPIN-код: 9275-6940, Scopus AuthorID: 25643545600, ResearcherID: AAG-6643-2019, ORCID: 0000-0001-5253-7078, e-mail: nnsvgsp@rambler.ru

Ирина Викторовна Федотова, SPIN-код: 2754-3475, Scopus AuthorID: 57195904778, ResearcherID: OJV-1372-2025, ORCID: 0000-0002-4713-7528, e-mail: calin.fedotova@mail.ru

Сергей Андреевич Парастаев, SPIN-код: 7612-0480, ORCID: 0000-0002-2281-9936, e-mail: ParastaevSA@sportfmba.ru

Игорь Николаевич Митин, SPIN-код: 5218-5663, ORCID: 0000-0002-2168-921X, e-mail: MitinIN@sportfmba.ru

Для цитирования: Сентябрев, Н. Н., Федотова, И. В., Парастаев, С. А., Митин, И. Н. (2026) Управление функциональным состоянием организма спортсменов по параметрам ЭЭГ. *Интегративная физиология*, т. 7, № 1, с. 146–156. <https://doi.org/10.33910/2687-1270-2026-7-1-146-156> EDN TNRQRX

Получена 16 ноября 2025; прошла рецензирование 28 января 2026; принята 3 февраля 2026.

Финансирование: Контракт №82Д/ЦСМ/24 с Федеральным государственным бюджетным учреждением «Федеральный научно-клинический центр спортивной медицины и реабилитации Федерального медико-биологического агентства» на выполнение составной части прикладной научно-исследовательской работы «Разработка методических рекомендаций по применению индивидуально-ориентированной методики интерактивной стимуляции нейронных сетей посредством технологии нейробиоуправления для повышения стрессоустойчивости спортсменов летних командных видов спорта» (шифр: «Модуль-Нейро-23»/2) на базе ФГБОУ ВО «Волгоградская государственная академия физической культуры».

Права: © Н. Н. Сентябрев, И. В. Федотова, С. А. Парастаев, И. Н. Митин (2026). Опубликовано Российским государственным педагогическим университетом им. А. И. Герцена. Открытый доступ на условиях лицензии CC BY 4.0.

Аннотация. Группа спортсменов, занимающихся игровыми видами спорта, обучалась биокоррекции функционального состояния организма (медитации и концентрации) с помощью технологий нейробиоуправления параметрами ЭЭГ по предложенному протоколу. Для этой цели была использована «Система для регистрации биологических сигналов «NeuogaPlay-6C». Всего было проведено восемь сеансов биокоррекции. Первые три дня участники обучались только медитации с возможностью выбора уровня сложности. С четвертого дня чередовались обучения медитации и концентрации. До начала обучения и после его завершения у участников регистрировали показатели variability сердечного ритма. С помощью Фрайбургского личностного опросника (FPI) и опросника личностного профиля по Айзенку оценивали ряд психологических личностных особенностей. Изменения функционального состояния организма позволили судить об эффективности использованного протокола биокоррекции. На основе показателей variability сердечного ритма происходила оптимизация регуляции сердечно-сосудистой системы и снижение уровня стресса. Степень произошедших изменений была связана с исходным состоянием и имела выраженные индивидуальные особенности. Изменения психоэмоционального статуса по опросникам FPI и Айзенка дали основание считать, что в результате обучения биокоррекции функционального состояния организма с помощью технологий нейробиоуправления улучшились личностные характеристики, значимые для достижения спортивного результата — тревожность, стрессуемость, проявления неконтролируемой агрессивности, а также способности участников к медитации и концентрации.

Ключевые слова: нейробиоуправление, медитация, концентрация, функциональное состояние, характеристики психоэмоционального состояния, variability сердечного ритма, спортсмены

Management of the functional state of athletes' body based on EEG parameters

N. N. Sentyabrev^{✉1}, I. V. Fedotova¹, S. A. Parastaev², I. N. Mitin²

¹ Volgograd Academy of Physical Education, 78 V. I. Lenin Ave., Volgograd 400005, Russia

² National Center for Sports Medicine of the Federal Medical and Biological Agency, 5 Bolshaya Dorogomilovskaya Str., Moscow 121059, Russia

Authors

Nikolay N. Sentyabrev, SPIN: 9275-6940, Scopus AuthorID: 25643545600, ResearcherID: AAG-6643-2019, ORCID: 0000-0001-5253-7078, e-mail: nnsvgsp@rambler.ru

Irina V. Fedotova, SPIN: 2754-3475, Scopus AuthorID: 57195904778, ResearcherID: OJV-1372-2025, ORCID: 0000-0002-4713-7528, e-mail: calin.fedotova@mail.ru

Sergey A. Parastaev, SPIN: 7612-0480, ORCID: 0000-0002-2281-9936, e-mail: ParastaevSA@sportfmba.ru

Igor N. Mitin, SPIN: 5218-5663, ORCID: 0000-0002-2168-921X, e-mail: MitinIN@sportfmba.ru

For citation: Sentyabrev, N. N., Fedotova, I. V., Parastaev, S. A., Mitin, I. N. (2026) Management of the functional state of athletes' body based on EEG parameters. *Integrative Physiology*, vol. 7, no. 1, pp. 146–156. <https://doi.org/10.33910/2687-1270-2026-7-1-146-156> EDN TNRQRX

Received 16 November 2025; reviewed 28 January 2026; accepted 3 February 2026.

Funding: Contract No. 82D/CSM/24 with the Federal State Budgetary Institution 'Federal Scientific and Clinical Center for Sports Medicine and Rehabilitation of the Federal Medical and Biological Agency' for the implementation of a component of the applied research project 'Development of Methodological Recommendations for the Application of an Individually Targeted Method of Interactive Stimulation of Neural Networks Using Neurofeedback Technology to Enhance Stress Resilience in Summer Team Sports Athletes' (code: 'Modul-Neuro-23'/2) at the Volgograd State Academy of Physical Education.

Copyright: © N. N. Sentyabrev, I. V. Fedotova, S. A. Parastaev, I. N. Mitin (2026). Published by Herzen State Pedagogical University of Russia. Open access under CC BY License 4.0.

Abstract. A group of team-sport athletes underwent functional biofeedback training based on EEG parameters (in meditation and concentration) according to a proposed protocol, using the NeuroPlay-6C Biological Signal Recording System. A total of eight biofeedback sessions were conducted. For the first three days, participants practiced meditation exclusively, with the option to select the difficulty level. From the fourth day onward, the training alternated between meditation and concentration exercises. Heart rate variability (HRV) was measured before and after each session. The Freiburg Personality Inventory (FPI) and the Eysenck Personality Questionnaire were used to assess a range of psychological traits. Changes in the participants' functional state were used to evaluate the effectiveness of the biofeedback protocol. The HRV data exhibited optimized cardiovascular regulation and reduced stress levels. The extent of these changes was related to the initial state and showed marked individual variation. Changes in psycho-emotional status, as measured by the FPI and Eysenck questionnaires, indicated that the biofeedback training led to improvements in personality traits relevant to athletic performance — specifically, reduced anxiety, stress, and manifestations of uncontrolled aggression. The participants' abilities in meditation and concentration also improved.

Keywords: neurobiocontrol, meditation, concentration, functional state, characteristics of psychoemotional state, heart rate variability, athletes

Введение

Организация спортивной тренировки во многом определяется эффективностью управления функциональными состояниями (УФС) организма спортсмена (ФСО). Одно из направлений УФС заключается в повышении способностей к концентрации и устойчивости к стрессам, что необходимо для реализации возможностей спортсмена (Морозов 2024). Для решения такой проблемы используют ряд методов, дополняющих тренировочное воздействие на состояния спортсмена (Королёв и др. 2017; Сентябрев

и др. 2025; Proietti et al. 2024). К ним, в частности, относится модификация ФСО с помощью нейробиоуправления (НБ) (Mirifar et al. 2017; Rydzik et al. 2023).

В литературе отмечаются ряд проблем, связанных с протоколами и оценкой эффективности НБ. Так, около 20% людей не могут обучиться управлять электроэнцефалограммой (ЭЭГ) (Blankertz et al. 2010). Существует мнение о недостаточной обоснованности протокола НБ (Митин и др. 2018; Cheng et al. 2024), имеются разногласия оценки его эффективности в спорте (Моисеенко 2020; Domingos et al. 2021).

До настоящего времени для НБ используется зачастую или альфа-, или бета-ритм ЭЭГ. Сведения об их совместном использовании в спортивной практике в доступной литературе отрывочны и не создают целостного представления о возможных перспективах.

Вышеизложенное определяет цель исследования: оценка эффективности разработанного протокола нейробиоуправления (НБ), основанного на чередовании тренировки альфа- (медитация) и бета-ритмов (концентрация) ЭЭГ, для коррекции ФСО спортсменов.

Для достижения поставленной цели были сформулированы следующие задачи:

1. Разработать и апробировать протокол нейробиоуправления с использованием системы «NeuoraPlay-6C», включающий последовательное обучение навыкам медитации и концентрации.
2. Оценить динамику вегетативной регуляции по параметрам вариабельности сердечного ритма (ВСР) в ходе применения протокола.
3. Определить влияние курса НБ на психоэмоциональный статус и личностные характеристики спортсменов, значимые для спортивной деятельности.
4. Проанализировать индивидуальную вариабельность ответа на тренировку в зависимости от исходного функционального состояния.

Материалы и методы

В исследовании участвовали 10 спортсменов (возраст 18–20 лет), представляющие игровые виды спорта (волейбол, гандбол, баскетбол). Спортивная квалификация участников распределялась следующим образом: два мастера спорта, четыре кандидата в мастера спорта, четыре человека имели первый спортивный разряд. Все участники были здоровы, жалобы отсутствовали, и на основании регулярного медицинского обследования им было разрешено участие в тренировках и соревнованиях.

Функциональное состояние оценивали по показателям регуляции сердечно-сосудистой системы (ССС), по параметрам ВСР с помощью аппаратно-программного комплекса «Варикард 2.52». Анализировали стандартные временные и спектральные показатели: мода (Mo), амплитуда моды (AMo), вариационный размах (ΔX , $MxDMn$), стресс-индекс (SI), индекс централизации (IC), общая мощность спектра (TP), а также мощность очень низких (VLF), низких (LF) и высоких (HF) частот. Тип вегетативной регуляции определяли согласно классификации

Н. И. Шлык (Шлык 2022; Шлык, Зуфарова 2013). Психологическое тестирование проводили с помощью Фрайбургского личностного опросника (FPI) и опросника Айзенка для оценки тревожности, нейротизма, агрессивности и других характеристик, релевантных спортивной деятельности.

Протокол нейробиоуправления. Обучение проводили по оригинальному протоколу, разработанному авторами (табл. 1), с использованием системы «NeuoraPlay-6C». Курс состоял из восьми сеансов. В первые три дня участники обучались навыку медитации (усиление альфа-ритма ЭЭГ) с возможностью выбора уровня сложности. С четвертого дня протокол включал чередование блоков медитации и концентрации (усиление бета-ритма). Под «удержанием медитации/концентрации» понималось время, в течение которого испытуемый мог стабильно поддерживать уровень соответствующего ритма ЭЭГ выше заданного порога, что автоматически фиксировалось системой. Показатели эффективности тренировки — время самого длительного удержания (СДУ) и время эффективной тренировки (ВЭТ, общее время нахождения в целевом состоянии за сеанс) — регистрировали для последующего анализа. Перед началом курса и после его завершения фиксировали фоновые показатели ВСР и проводили психологическое тестирование.

О состоянии медитации и концентрации в процессе БОС-тренировок (БОС — биологическая обратная связь) судили по индексам, которые генерировались системой «NeuoraPlay-6C» автоматически по пределам альфа- и бета-ритмов. Состояние «медитации» (расслабленности) и «концентрации» предварительно воспроизводились участниками; достижение этих состояний оценивалось системой и регистрировалось для последующей оценки в процессе сеансов НБ.

Математико-статистическая обработка результатов включала описательную статистику и расчет статистической значимости изменений показателей по парному критерию Уилкоксона (Тэмпирическое — $T_{\text{эмп}}$ и Ткритическое — $T_{\text{крит}}$). Математико-статистическая обработка включала описательную статистику. Для оценки достоверности различий связанных выборок использовали парный критерий Уилкоксона (W). Уровень статистической значимости принимали равным $p < 0,05$. Далее в тексте и таблицах эмпирическое значение критерия обозначено как $W_{\text{эмп}}$, критическое — как $W_{\text{крит}}$.

Табл. 1. Схема проведения сеансов нейробиоуправления

Дни	Содержание
1–3	Фоновая запись ЭЭГ с закрытыми глазами — 3 мин, с открытыми глазами — 1 мин
	Медитация с закрытыми глазами с регистрацией альфа-ритма — 20 мин
	Фон с закрытыми глазами — 2 мин, с открытыми глазами — 1 мин
4–5	Фон запись ЭЭГ с закрытыми глазами — 3 мин, с открытыми глазами — 1 мин
	Медитация с закрытыми глазами с регистрацией альфа-ритма — 10 мин
	Концентрация с открытыми глазами — 2 мин, регистрация бета-ритма
	Медитация — 2 мин, концентрация — 2 мин, медитация — 5 мин
	Фон с закрытыми глазами — 2 мин, с открытыми глазами — 1 мин
6–8	Фон с закрытыми глазами — 3 мин, с открытыми глазами — 1 мин
	Медитация — 5 мин, концентрация — 2 мин
	Медитация — 3 мин, концентрация — 2 мин, медитация — 3 мин, концентрация — 2 мин, медитация — 5 мин
	Фон с закрытыми глазами — 2 мин, с открытыми глазами — 1 мин

Table 1. Scheme of biofeedback sessions

Days	Contents
1–3	Background EEG recording with eyes closed — 3 min, with eyes open — 1 min
	Meditation with eyes closed and alpha rhythm recording — 20 min
	Background with eyes closed — 2 min, with eyes open — 1 min
4–5	Background EEG recording with eyes closed — 3 min, with eyes open — 1 min
	Meditation with eyes closed and alpha rhythm recording — 10 min
	Concentration with eyes open — 2 min, beta rhythm recording
	Meditation — 2 min, concentration — 2 min, meditation — 5 min
	Background with eyes closed — 2 min, with eyes open — 1 min
6–8	Background with eyes closed — 3 min, with eyes open — 1 min
	Meditation — 5 min, concentration — 2 min
	Meditation — 3 min, concentration — 2 min, meditation — 3 min, concentration — 2 min, meditation — 5 min
	Background with eyes closed — 2 min, with eyes open — 1 min

Результаты

БОС обучение медитации и концентрации

Первые три дня во время 20-минутных сеансов НБ участники обучались медитации с возможностью выбора уровня сложности. В процессе БОС-игры «Медитация» с закрытыми глазами реализовывали четвертый уровень сложности, если возникали трудности медитации, уровень можно было снизить до третьего. При легкости реализации возможно повышение сложности до пятого уровня.

В первые три дня обучения время самого длительного удержания (СДУ) медитации в группе росло (табл. 2). К четвертому дню среднее СДУ увеличилось (статистически незначимо, $T_{эмп} = 12$, $T_{крит} = 10$ при $p = 0,05$), индивидуальные значения показателя выросли у восьми из десяти

участников. Закономерных изменений времени эффективной тренировки (ВЭТ) не выявлено ($T_{эмп} = 24$, $T_{крит} = 10$ при $p = 0,05$).

Дальнейшее обучение (с четвертого по восьмой день) привело к росту эффективности навыка медитации. Сравнение процента СДУ от ВЭТ показало, что итогом всего курса (семи-дневного обучения) был статистически значимый рост эффективности от $54 \pm 1,3\%$ до $60 \pm 2,1\%$ ($T_{эмп} = 2,5$, $T_{крит} = 5$ при $p = 0,01$). Положительное изменение произошло у 9 из 10 участников.

Сравнение процентного отношения СДУ к ВЭТ по итогам всего курса (семь дней) выявило статистически значимый рост эффективности овладения навыком медитации: с $54 \pm 1,3\%$ до $60 \pm 2,1\%$ ($W_{эмп} = 2,5$, $W_{крит} = 5$ при $p = 0,01$). Положительное изменение произошло у 9 из 10 участников.

Табл. 2. Изменения времени самого длительного удержания медитации с первого по четвертый день тренировок

Table 2. Changes in the time of the longest meditation retention from day 1 to 4 of training

Дни (days)	1	2	3	4
Время, с (time sec)	20.09 ± 5.38	23.66 ± 6.16	25.72 ± 5.88	30.46 ± 7.02

Начиная с четвертого дня участники в процессе НБ не только закрепляли навык медитации, но и осваивали способность к концентрации. Во время одного сеанса обучения от попытки к попытке время СДУ концентрации снижалось. В первых попытках четвертого и восьмого дня (начало и завершение обучения концентрации) данный показатель не различался ($19,6 \pm 2,42$ и $19,72 \pm 2,70$ сек).

Изменения регуляции ССС в динамике курса нейробиоуправления

До начала исследования регулярное медицинское обследование не выявило у спортсменов патологий ССС. По данным показателей ВСР (табл. 3) у большинства обследованных преобладали оптимальные типы регуляции: умеренное доминирование центрального (первый тип, у двоих участников) или автономного контура регуляции ССС (третий тип, у пятерых участников). У двоих спортсменов имелся тип, характеризующийся включением дополнительных звеньев регуляции (но показатель M_xDM_n был близок к приемлемым значениям). У единственного участника с предпатологическим типом регуляции выявлено очень высокое значение M_xDM_n и чрезмерно низкий уровень SI, что указывало на чрезмерную активность парасимпатической регуляции. Исходное значение показателя адекватности процессов регуляции (ПАПР) показывает относительно невысокие адаптивные возможности ССС участников. По уровню вегетативного показателя ритма (ВПР) также нельзя считать оптимальным функционирование синусового узла (табл. 3). После ортостатической пробы выросли показатели LF, VLF и SI, что свидетельствовало о недостаточной адекватной реакции ССС.

После завершения обучения медитации произошли выраженные изменения показателей ВСР. Рост моды M_o и M_xDM_n , статистически значимое повышение значения общей мощности спектра ТР, отразили тенденцию уменьшения централизации регуляции сердечного ритма и развитие процессов релаксации. Значимое снижение SI свидетельствовало о снижении

напряженности регуляторных механизмов. Уменьшение значений ВПР и ПАПР (статистически значимо) указывало на улучшение состояния синусового узла и на рост функциональных резервов адаптации. Совокупность изменений показателей ВСР, в том числе величины индекса вегетативного равновесия (ИВР) и IC, отражала рост парасимпатических влияний. Тип регуляции был мало подвержен влиянию сеансов медитации. Отмечено два исключения. Так, изменился предпатологический пятый тип регуляции на более благоприятный четвертый. В одном случае произошло изменение четвертого типа на пятый. Этот участник по данным величины «моды» слабо реагировал на обучение медитации и концентрации; его реакция показателя SI свидетельствовала об увеличении напряженности механизмов регуляции и росте симпатико-тонических влияний.

После завершения нейробиоуправления ФСО реакция на ортостаз отличалась от результатов фоновых обследований. В фоне M_xDM_n уменьшилось на 32,8%, после медитации — на 15,1%. Общая мощность ТР в фоне снизилась на 16,5%, после медитации — на 41,0%, высокочастотный компонент HF в фоне снизился на 60,5%, а после медитации — на 78,8%. В целом характер реакции на ортостаз после нейробиоуправления в наибольшей степени указывал на повышение автономных влияний.

Сопоставление значений показателей ВСР в фоновых исследованиях и после обучения концентрации показало рост мобилизационных возможностей организма участников. Повысился уровень централизации регуляторных процессов ССС по данным амплитуды моды, IC и ПАПР (статистически значимо). Влияние концентрации на большую часть других показателей ВСР (LF/HF, ВПР) было достаточно близким к статистически значимым различиям. Изменения при обучении концентрации были противоположными произошедшим при медитации. Динамика показателей ВСР (SI, LF, HF, VLF) отражала рост централизации регуляторных процессов, увеличение активности симпатического отдела ВНС по сравнению с парасимпатическими влияниями.

Табл. 3. Усредненные групповые показатели ВСР в различные моменты исследования

Критические значения Т при n = 9 для Р < 0,01 = 3; Р < 0,05 Р = 8															
М	Ам	МхDМn	Si	ПАРП	IC	SDNN	LF\HF	TP	LF	HF	VLF	VLФmx	ВПР	ИВР	ПАТР
ФОН															
945,68 ± 49,16	34,68 ± 5,83	390,26 ± 55,33	80,0 ± 34,89	3,9 ± 1,22	1,36 ± 0,42	75,58 ± 23,62	0,99 ± 0,31	4917,32 ± 1536,66	1737,6 ± 507,70	1770,08 ± 661,75	656,02 ± 157,30	91,57 ± 23,23	3,54 ± 0,79	0,13 ± 0,04	39,90 ± 8,70
РАЗЛИЧИЯ: Фон — Медитация															
1**	15	15	10	11	5*	19	11	16	15	11	21	18	10	13	9
РАЗЛИЧИЯ: Фон — Концентрация															
17	7	16	12	11	6*	9	23	13	14	17	11	18	22	9	5*
МЕДИТАЦИЯ															
996,82 ± 56,64	31,13 ± 4,72	398,01 ± 44,14	63,56 ± 26,25	4,11 ± 0,61	1,43 ± 0,32	79,16 ± 8,83	1,05 ± 0,24	5857,04 ± 1091,72	1928,58 ± 474,02	2507,69 ± 528,53	705,80 ± 182,77	76,83 ± 21,71	3,18 ± 0,67	0,11 ± 0,04	34,62 ± 7,74
РАЗЛИЧИЯ: Медитация — Концентрация															
17	4*	12	3*	16	11	8*	21	8*	2**	2**	21	23	11	13	5*
КОНЦЕНТРАЦИЯ															
916,10 ± 56,88	39,50 ± 4,69	327,28 ± 31,91	94,88 ± 30,45	4,25 ± 0,40	2,26 ± 0,53	60,13 ± 5,46	1,56 ± 0,37	3363,88 ± 587,24	945,74 ± 192,89	1201,60 ± 314,76	498,83 ± 137,90	78,49 ± 25,54	4,03 ± 0,75	0,15 ± 0,04	47,57 ± 9,33

Примечание: М — Мода, мс; Ам — амплитуда моды, %; МхDМn — вариационный размах, мс; Si — стресс индекс (индекс напряжения по Баевскому); ПАРП — показатель активности регуляторных процессов; IC — индекс централизации; SDNN — стандартное отклонение величин нормальных (NN) интервалов; LF\HF — соотношение мощности низкочастотной и высокочастотной спектров; TP — суммарная мощность спектра; LF — мощность низкочастотной составляющей спектра; HF — высокочастотная составляющая спектра; VLF — мощность «очень» низкочастотной составляющей спектра, мс²; VLFmx — максимум мощности спектра сверхнизкочастотного компонента вариабельности, мс²/Гц; ВПР — вегетативный показатель ритма; ИВР — индекс вегетативного равновесия; ПАПР — показатель адекватности процессов регуляции.

* — статистически значимые различия между показателями по парному критерию Вилкоксона, p < 0,05.

** — статистически значимые различия между показателями, p < 0,001.

Table 3. Average group indicators of HRV at different points in the study

Critical values T at n = 9 for P < 0.01 = 3; P < 0.05 P = 8															
M	Am	MxDmN	SI	RPAI	IC	SDNN	LF\HF	TP	LF	HF	VLF	VLFmx	ARI	ABI	IARP
BACKGROUND															
945.68 ± 49.16	34.68 ± 5.83	390.26 ± 55.33	80.0 ± 34.89	3.9 ± 1.22	1.36 ± 0.42	75.58 ± 23.62	0.99 ± 0.31	4917.32 ± 1536.66	1737.6 ± 507.70	1770.08 ± 661.75	656.02 ± 157.30	91.57 ± 23.23	3.54 ± 0.79	0.13 ± 0.04	39.90 ± 8.70
DIFFERENCES: Background — Meditation															
1**	15	15	10	11	5*	19	11	16	15	11	21	18	10	13	9
DIFFERENCES: Background — Concentration															
17	7	16	12	11	6*	9	23	13	14	17	11	18	22	9	5*
MEDITATION															
996.82 ± 56.64	31.13 ± 4.72	398.01 ± 44.14	63.56 ± 26.25	4.11 ± 0.61	1.43 ± 0.32	79.16 ± 8.83	1.05 ± 0.24	5857.04 ± 1091.72	1928.58 ± 474.02	2507.69 ± 528.53	705.80 ± 182.77	76.83 ± 21.71	3.18 ± 0.67	0.11 ± 0.04	34.62 ± 7.74
DIFFERENCES: Meditation — Concentration															
17	4*	12	3*	16	11	8*	21	8*	2**	2**	21	23	11	13	5*
CONCENTRATION															
916.10 ± 56.88	39.50 ± 4.69	327.28 ± 31.91	94.88 ± 30.45	4.25 ± 0.40	2.26 ± 0.53	60.13 ± 5.46	1.56 ± 0.37	3363.88 ± 587.24	945.74 ± 192.89	1201.60 ± 314.76	498.83 ± 137.90	78.49 ± 25.54	4.03 ± 0.75	0.15 ± 0.04	47.57 ± 9.33

Note: M — Mode, ms; Am — mode amplitude, %; MxDmN — variation range, ms; SI — stress index (Baeovsky stress index); RPAI — regulatory process activity indicator; IC — centralization index; SDNN — standard deviation of normal (NN) intervals; LF\HF — low-frequency to high-frequency spectrum power ratio; TP — total spectrum power; LF — low-frequency spectrum component power; HF — high-frequency spectrum component; VLF — very low-frequency spectrum component power, ms²; VLFmx — maximum spectrum power of ultra-low-frequency variability component, ms²/Hz; ARI — autonomic rhythm indicator; ABI — autonomic balance index; IARP — indicator of the adequacy of regulatory processes.

* — statistically significant differences between indicators according to the paired Wilcoxon test, p < 0.05.

** — statistically significant differences between indicators, at p < 0.001.

Реакция на ортостаз несколько отличалась от таковой после медитации. После обучения концентрации величина $M_x DM_n$ показала улучшение реакции регуляторных систем. Об этом также свидетельствовали изменения $SI M_x DM_n$, TP, HF, VLF и LF.

Таким образом, результаты обучения медитации и концентрации имели принципиальные различия. Тренды изменений показателей ВСР были противоположными. У большинства участников обучение медитации привело к снижению роли центрального контура регуляции. При обучении концентрации ведущей индивидуаль-

ной и среднегрупповой тенденцией в обследованной группе было повышение роли центральных механизмов регуляции.

***Индивидуально-личностные
психофизиологические особенности
спортсменов в процессе использования
нейробиоуправления***

Фоновое обследование по опроснику FPI показало, что в 42% случаев у обследованных лиц был высокий уровень, а в 14% — средний уровень невротичности (табл. 4). Исследование с использованием опросника Айзенка выявило

Табл. 4. Индивидуально-типологические особенности спортсменов по опросникам FPI и Айзенка

Показатель	Индивидуально-типологические особенности по FPI опроснику, в баллах	
	До БОС обучения	После БОС обучения
Невротичность	2,0 [1,0; 7,2]	1,0 [0,25; 3,0]*
Депрессивность	1,5 [0,7; 3,2]	0,25 [0; 2,0]*
Уравновешенность	8,5 [5,0; 11,0]	10,0 [6,0; 11,0]*
Реактивная агрессивность	3,0 [1,7; 5,0]	1,0 [0,2; 4,0]*
Эмоциональная лабильность	4,5 [1,0; 7,2]	1,0 [0; 6,0]*
Маскулинность	11,0 [9,7; 13,0]	14,0 [12,0; 17,0]*
Активность	22,0 [16,7; 23,5]	26,0 [8,0; 26,0]*
Тревожность	7,5 [2,7; 14,0]	4,0 [1,0; 6,2]*
Экстраверсия	46,0 [35,2; 50,2]	50,0 [34,2; 52,0]*
Нейротизм	13,5 [4,2; 26,2]	14,0 [2,0; 27,0]
Психотизм	23,5 [18,2; 31,0]	22,0 [16,0; 30,2]*
Атипичность ответов	1,0 [0; 2,0]	0,0 [0; 1,0]*

Примечание: Me [Q25; Q75] * — статистически значимые различия показателей шкал до и после использования методики нейробиоуправления, $p < 0,05$.

Table 4. Individual-typological characteristics of athletes according to the FPI and Eysenck questionnaires

Indicator	Individual and typological characteristics of athletes according to the FPI questionnaire, in points	
	Before biofeedback training	After biofeedback training
Neuroticism	2.0 [1.0; 7.2]	1.0 [0.25; 3.0]*
Depressiveness	1.5 [0.7; 3.2]	0.25 [0; 2.0]*
Equilibrium	8.5 [5.0; 11.0]	10.0 [6.0; 11.0]*
Reactive aggression	3.0 [1.7; 5.0]	1.0 [0.2; 4.0]*
Emotional lability	4.5 [1.0; 7.2]	1.0 [0; 6.0]*
Masculinity	11.0 [9.7; 13.0]	14.0 [12.0; 17.0]*
Activity	22.0 [16.7; 23.5]	26.0 [8.0; 26.0]*
Anxiety	7.5 [2.7; 14.0]	4.0 [1.0; 6.2]*
Extroversion	46.0 [35.2; 50.2]	50.0 [34.2; 52.0]*
Neuroticism	13.5 [4.2; 26.2]	14.0 [2.0; 27.0]
Psychoticism	23.5 [18.2; 31.0]	22.0 [16.0; 30.2]*
Response atypicality	1.0 [0; 2.0]	0.0 [0; 1.0]*

Note: Me [Q25; Q75] statistically significant differences in scale scores before and after using the neurofeedback technique, $p < 0.05$.

высокую степень экстраверсии и средний уровень тревожности у участников. Возможной причиной мог быть тренировочный процесс, в ходе которого возрастает напряженность. В то же время у атлетов зарегистрированы достаточно высокие исходные оценки по шкале уравновешенности (умеренности), что свидетельствует о хорошей защищенности от воздействия стресс-факторов.

После завершения сеансов нейробиоуправления произошел ряд статистически значимых изменений. Значения параметра уравновешенности стали еще выше (10,0 [6,0;11,0] / 8,5 [5,0; 11,0] соответственно). Отмечена высокая степень изменения экстраверсии (фон 46,0 [35,2; 50,2] после 50,0 [34,2; 52,0]).

После использования нейробиоуправления отмечается статистически значимое снижение показателей, характеризующих тревожность, стрессируемость, проявления неконтролируемой агрессивности. Можно констатировать улучшение эмоционального фона и эмоциональной устойчивости спортсменов после сеансов биоуправления. Индивидуальный анализ показал, что наибольшие изменения после нейробиоуправления происходили у лиц с высокими показателями нейротизма и тревожности.

Несмотря на то что прямые психоэмоциональные показатели способности к концентрации отсутствовали, косвенным свидетельством их положительных изменений был рост мобилизационных возможностей организма участников. В определенной степени на это также указывало улучшение показателей невротичности, уравновешенности и особенно реактивной агрессивности и эмоциональной лабильности, т. е. повышение способностей самоконтроля. Таким образом, по данным психологического тестирования после курса НБ выявлено статистически значимое ($p < 0,05$) улучшение ряда личностных характеристик. Снизилась показатели невротичности, депрессивности, реактивной агрессивности и эмоциональной лабильности по FPI. По опроснику Айзенка статистически значимо уменьшился уровень тревожности. Одновременно повысились показатели уравновешенности (FPI) и экстраверсии (Айзенк), что может свидетельствовать об улучшении эмоционального фона и стрессоустойчивости. Наибольшие позитивные сдвиги отмечались у лиц с исходно высокими уровнями нейротизма и тревожности.

Заключение

Проведенное исследование позволило решить основную задачу — обучения спортсменов биокоррекции функционального состояния организма.

Полученные результаты показывают возможность использования тренировки с «NeuoraPlay-6C» для достижения состояний «концентрации» и «медитации», позволяющих изменять ФСО спортсменов. Показана эффективность НБ по параметрам альфа- и бета-ритмов ЭЭГ. Выявлен потенциал расширения вариантов использования системы в режиме NeuoraPlay как средства обучения спортсменов управлению их ФСО.

Полученные результаты подтверждают существующее мнение о возможности и необходимости обоснования использования бета-ритма ЭЭГ для НБ в спортивной практике (Лунина и др. 2024).

Предварительная оценка показателей ФСО спортсменов позволила достаточно четко определить не только возможную эффективность коррекции, но и ее необходимость при возможных отклонениях важных функциональных показателей от нормы. Это в первую очередь относится к показателям ВСР. Подтверждением такой возможности является то, что использование предложенного протокола в динамике курса нейробиоуправления улучшило показатели ВСР, характеризующие состояние регуляторного аппарата. При этом выявлена тенденция снижения уровня напряженности регуляторных механизмов.

В ходе исследования установлено, что по ВСР возможно более объективно оценить не только положительное влияние в динамике курса нейробиоуправления на психоэмоциональное состояние, но и на антистрессорную устойчивость.

НБ в первую очередь повышает эффективность медитации. Обучение медитации и концентрации характеризуется противоположными направлениями изменения физиологических и психофизиологических показателей. Результаты изменения ВСР и психологических тестов свидетельствуют о возможности сопряженного обучения способностей к расслаблению и напряжению. Это принципиально важно для эффективной реализации спортивной деятельности, тем более что такие возможности в доступных литературных источниках в полной мере не описаны.

Список сокращений

БОС — биологическая обратная связь, ВПР — вегетативный показатель ритма, ВСР — вариабельность сердечного ритма, ВЭТ — время эффективной тренировки, ИВР — индекс вегетативного равновесия, НБ — нейробиоуправление, ПАПР — показатель адекватности процессов регуляции, ПАРП — показатель активности регуляторных процессов, СДУ — время самого

длительного удержания медитации, ССС — сердечно-сосудистая система, ЭЭГ — электроэнцефалограмма, УФС — управление функциональными состояниями, ФСО — функциональное состояние организма, AM_0 — амплитуда моды, HF — мощность волн высоких частот, IC — индекс централизации, LF — мощность волн низких частот, M_0 — мода, M_xDM_n — вариационный размах кардиоритма, SI — стресс-индекс, TP — общая мощность спектра, VLF — мощность волн очень низких частот, ΔX — вариационный размах.

Abbreviations

ABI — autonomic balance index, AM_0 — mode amplitude, ARI — autonomic rhythm indicator, BFB — biological feedback, CVS — cardiovascular system, EEG — Electroencephalogram, ETT — effective training time, FSB — functional state of the body, FSM — functional state management, HF — high-frequency wave power, HRV — heart rate variability, IARP — indicator of the adequacy of regulatory processes, IC — centralization index, LF — low-frequency wave power, LMT — longest meditation retention time, M_0 — mode, M_xDM_n — heart rate variation range, NB — neurofeedback, RPAI — regulatory process activity indicator, SI — stress index, TP — total spectrum power, VLF — very low frequency wave power, ΔX — variation range.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии потенциального или явного конфликта интересов.

Conflict of Interest

The authors declare no potential or apparent conflict of interest.

Соответствие принципам этики

Авторы сообщают, что при проведении исследования соблюдены этические принципы, предусмотренные для исследований с участием людей. Одобрено локальным этическим комитетом ФГБУ ФНКЦСМ ФМБА России, протокол №3 от 13.11.2023.

Ethics Approval

The authors declare that the study complied with the ethical principles for research involving human subjects. Approved by the local ethics committee of the Federal Scientific and Clinical Center for Standardization and Metrology of the Federal Medical and Biological Agency of Russia, protocol No. 3 dated November 13, 2023

Вклад авторов

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Author Contributions

All authors made an equivalent contribution to the preparation of this publication.

Литература

- Королёв, А. Д., Петрова, В. В., Шандала, А. М. и др. (2017) Использование технологий биоуправления в спортивной психологии (обзор литературы). *Медицинская наука и образование Урала*, т. 18, № 3 (91), с. 69–76.
- Лунина, Н. В., Корягина, Ю. В., Нопина, В. С. и др. (2024) Влияние нейробиоуправления по β -ритму головного мозга на характеристики внимания у спортсменов с разной тренировочной направленностью. *Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры*, т. 101, № 6–2, с. 20–25. <https://doi.org/10.17116/kurort202410106220>
- Митин, И. Н., Разумец, Е. И., Середа, А. П. и др. (2018) *Развитие навыка саморегуляции у спортсменов сборных команд России методом БОС-технологий. Методические рекомендации*. М.: Изд-во Федерального медико-биологического агентства, 65 с.
- Моисеенко, В. А. (2020) Применение БОС в спорте. *Вопросы устойчивого развития общества*, № 9, с. 507–511. <https://doi.org/10.34755/IROK.2020.40.84.071>
- Морозов, О. С. (2024) Развитие навыка саморегуляции у спортсменов высокой квалификации. *Ученые записки университета имени П. Ф. Лесгафта*, № 7 (233), с. 134–139.
- Сентябрьев, Н. Н., Ушакова, И. А., Камчатников, А. Г., Яковлев, А. С. (2025) Методические аспекты использования эфирных масел в подготовке юных спортсменов. *Физическая культура, спорт — наука и практика*, № 1, с. 101–105.
- Шлык, Н. И. (2022) *Вариабельность сердечного ритма и методы ее определения у спортсменов в тренировочном процессе*. Ижевск: Изд-во Удмуртского государственного университета, 80 с.

- Шлык, Н. И., Зуфарова, Э. И. (2013) Нормативы показателей variability сердечного ритма у исследуемых 16–21 года с разными преобладающими типами вегетативной регуляции. *Вестник Удмуртского университета. Серия «Биология. Науки о Земле»*, № 4, с. 96–105.
- Blankertz, B., Sannelli, C., Halder, S. et al. (2010) Neurophysiological predictor of SMR-based BCI performance. *NeuroImage*, vol. 51, no. 4, pp. 1303–1309. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2010.03.022>
- Cheng, M. Y., Yu, C. L., An, X. et al. (2024) Evaluating EEG neurofeedback in sport psychology: a systematic review of RCT studies for insights into mechanisms and performance improvement. *Frontiers in Psychology*, vol. 15, article 1331997. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2024.1331997>
- Domingos, C., Peralta, M., Prazeres, P. et al. (2021) Session frequency matters in neurofeedback training of athletes. *Applied psychophysiology and biofeedback*, vol. 46, pp. 195–204. <https://doi.org/10.1007/s10484-021-09505-3>
- Mirifar, A., Beckmann, J., Ehrlenspiel, F. (2017) Neurofeedback as supplementary training for optimizing athletes' performance: A systematic review with implications for future research. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, vol. 75, pp. 419–432. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2017.02.005>
- Proietti, G., Borozan, M., Chaigneau, A. et al. (2024) Self-regulation training improves stress resilience in elite pre-pubescent female gymnasts. *Frontiers in Psychology*, vol. 15, article 1341437. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2024.1341437>
- Rydzik, Ł., Wąsacz, W., Ambroży, T. et al. (2023) The use of neurofeedback in sports training: Systematic review. *Brain Sciences*, vol. 13, no. 4, article 660. <https://doi.org/10.3390/brainsci13040660>

References

- Blankertz, B., Sannelli, C., Halder, S. et al. (2010) Neurophysiological predictor of SMR-based BCI performance. *NeuroImage*, vol. 51, no. 4, pp. 1303–1309. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2010.03.022> (In English)
- Cheng, M. Y., Yu, C. L., An, X. et al. (2024) Evaluating EEG neurofeedback in sport psychology: a systematic review of RCT studies for insights into mechanisms and performance improvement. *Frontiers in Psychology*, vol. 15, article 1331997. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2024.1331997> (In English)
- Domingos, C., Peralta, M., Prazeres, P. et al. (2021) Session frequency matters in neurofeedback training of athletes. *Applied psychophysiology and biofeedback*, vol. 46, pp. 195–204. <https://doi.org/10.1007/s10484-021-09505-3> (In English)
- Korolev, A. D., Petrova, V. V., Shandala, A. M. et al. (2017) Use biofeedback technology in sports psychology (literature review). *Medical science and education of Ural*, vol. 18, no. 3 (91), pp. 69–76. (In Russian)
- Lunina, N. V., Koryagina, Yu. V., Nopina, V. S. et al. (2024) The influence of neurofeedback on the β -rhythm of the brain on the characteristics of attention in athletes with different training orientations. *Problems of Balneology, Physiotherapy and Exercise Therapy*, vol. 101, no. 6-2, pp. 20–25. <https://doi.org/10.17116/kurort202410106220> (In Russian)
- Mirifar, A., Beckmann, J., Ehrlenspiel, F. (2017) Neurofeedback as supplementary training for optimizing athletes' performance: A systematic review with implications for future research. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, vol. 75, pp. 419–432. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2017.02.005> (In English)
- Mitin, I. N., Razumets, E. I., Sereda, A. P. et al. (2018) *Development of self-regulation skills among athletes of Russian national teams using BFB technologies. Guidelines*. Moscow: The Federal Medical-Biological Agency Publ., 65 p. (In Russian)
- Moiseenko, V. A. (2020) Application of BFB in sports. *Voprosy ustojchivogo razvitiya obshchestva*, no. 9, pp. 507–511. <https://doi.org/10.34755/IROK.2020.40.84.071> (In Russian)
- Morozov, O. S. (2024) Development of self-regulation skills in highly qualified athletes. *Scientific notes of P. F. Lesgaft University*, no. 7 (233), pp. 134–139. (In Russian)
- Proietti, G., Borozan, M., Chaigneau, A. et al. (2024) Self-regulation training improves stress resilience in elite pre-pubescent female gymnasts. *Frontiers in Psychology*, vol. 15, article 1341437. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2024.1341437> (In English)
- Rydzik, Ł., Wąsacz, W., Ambroży, T. et al. (2023) The use of neurofeedback in sports training: Systematic review. *Brain Sciences*, vol. 13, no. 4, article 660. <https://doi.org/10.3390/brainsci13040660> (In English)
- Sentyabrev, N. N., Ushakova, I. A., Kamchatnikov, A. G., Yakovlev, A. S. (2025) Metodicheskie aspekty ispol'zovaniya efirnykh masel v podgotovke yunych sportsmenov [Methodological aspects of using essential oils in training young athletes]. *Fizicheskaya kul'tura, sport — nauka i praktika*, no 1, pp. 101–105. https://doi.org/10.53742/1999-6799/1_2025_101-105 (In Russian)
- Shlyk, N. I. (2022) *Heart rate variability and methods for its determination in athletes in the training process*. Izhevsk: Udmurt State University Publ., 80 p. (In Russian)
- Shlyk, N. I., Zufarova, E. I. (2013) Qualifying standards of heart rate variability for 16–21 years old testees with different prevalent types of autonomic regulation of heart. *Bulletin of Udmurt university. Series Biology. Earth Science*, no. 4, pp. 96–105. (In Russian)