

**И.В. Широлапов<sup>1</sup>, А.В. Захаров<sup>1</sup>, О.В. Борисова<sup>1</sup>, А.А. Зонов<sup>2</sup>,  
И.В. Ларькова<sup>3</sup>, Т.А. Марьяновская<sup>4</sup>, А.А. Мельников<sup>5</sup>,  
Е.Д. Николенко<sup>6</sup>, Э.П. Плотникова<sup>7</sup>, О.М. Базанова<sup>8,9</sup>**

## **ЭЭГ МАРКЕРЫ НАРУШЕНИЙ СЕНСОМОТОРНОЙ ИНТЕГРАЦИИ ПРИ ПОСТТРАВМАТИЧЕСКОМ СТРЕССОВОМ РАССТРОЙСТВЕ. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ**

<sup>1</sup> ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет»  
Минздрава России, г. Самара, Российская Федерация;

<sup>2</sup> ООО «Нейроботикс», г. Зеленоград, Российская Федерация;

<sup>3</sup> ГУ ЛНР «Луганский республиканский центр экстренной медицинской помощи  
и медицины катастроф», г. Луганск, ЛНР, Российская Федерация;

<sup>4</sup> Курчатowski геномный центр Института цитологии и генетики СО РАН,  
г. Новосибирск, Российская Федерация;

<sup>5</sup> ФГБОУ ВО «Российский университет спорта ГЦОЛИФК»,  
г. Москва, Российская Федерация;

<sup>6</sup> ФГБНУ НИИ нейронаук и медицины, г. Новосибирск, Российская Федерация;

<sup>7</sup> ГУ ЛНР «Луганский государственный медицинский университет  
имени Святителя Луки», г. Луганск, ЛНР, Российская Федерация;

<sup>8</sup> МФТИ, г. Долгопрудный Московской области, Российская Федерация;

<sup>9</sup> ФИЦ ФТМ, Институт Молекулярной биологии и биофизики,  
г. Новосибирск, Российская Федерация

**Резюме.** Сенсомоторная дезинтеграция является основной причиной возникновения как эмоциональных, так и соматических нарушений при посттравматическом стрессовом расстройстве (ПТСР). **Цель.** Изучение и обобщение имеющихся литературных данных об ЭЭГ показателях сенсомоторной дезинтеграции при ПТСР. **Материалы и методы.** С целью изучения современного состояния проблемы идентификации ЭЭГ показателей нарушения сенсомоторной интеграции при ПТСР, был предпринят анализ более 1000 литературных источников в соответствии с рекомендациями PRISMA; поиск проводился в наукометрических базах данных PubMed, Google Scholar, РИНЦ. **Результаты и обсуждение.** В результате обзора литературы было установлено, что одним из показателей сенсомоторной дезинтеграции при ПТСР является увеличение амплитуды когнитивных компонентов вызванных потенциалов. В обзоре источников отсутствуют сведения относительно наиболее информативной характеристики ненарушенной сенсомоторной интеграции – снижения активации альфа-волн ЭЭГ при осуществлении или ментальном представлении (воображении) действия движения при ПТСР. Также спорным является вопрос наличия альфа-асимметрии. **Выводы.** В статье представлены известные на настоящее время и обладающие достаточной валидностью электрофизиологические показатели достижения сенсомоторной интеграции и ее нарушения при посттравматическом стрессовом расстройстве. Отмечается, что требуется дальнейшее изучение ЭЭГ маркеров сенсомоторной дезинтеграции при ПТСР.

**Ключевые слова:** посттравматическое стрессовое расстройство, сенсомоторная интеграция, альфа-активность ЭЭГ, когнитивные функции

Конфликт интересов отсутствует.

Контактная информация автора, ответственного за переписку:

Широлапов Игорь Викторович

ishiolapov@mail.ru

Дата поступления 25.05.2023

Образец цитирования:

Ширилопов И.В., Захаров А.В., Борисова О.В., Зонов А.А., Ларькова И.В., Марьяновская Т.А., Мельников А.А., Николенко Е.Д., Плотникова Э.П., Базанова О.М. ЭЭГ маркеры нарушений сенсомоторной интеграции при посттравматическом стрессовом расстройстве. Обзор литературы [Электронный ресурс] Вестник уральской медицинской академической науки. 2023, Том 20, № 4, с. 222–230, DOI: 10.22138/2500-0918-2023-20-4-222-230

### Актуальность

Сенсомоторная интеграция (СМИ) в качестве основы механизма оптимизации всех систем организма в целом, включая двигательные и когнитивные функции, предполагает выполнение максимально эффективного действия с минимальной активацией функциональной системы. Изучение данных об основных биомаркерах, которые ассоциируют с состоянием достижения сенсомоторной интеграции как процесса взаимной координации сенсорных и моторных компонентов посредством системы обратных связей или сенсорных коррекций, позволит в дальнейшем определить наиболее информативные показатели нарушения СМИ при различных типах эмоциональных и соматических расстройств [1-4]. Однако к настоящему времени нет однозначного мнения относительно нейробиологических маркеров патогенеза ПТСР.

### Цель

Целью настоящей работы было проанализировать литературные данные об ЭЭГ показателях сенсомоторной дезинтеграции при ПТСР и определить уровень их валидности для последующего практического использования в терапии и реабилитации ПТСР.

### Материалы и методы

Анализ литературных источников был проведен в соответствии с рекомендациями «Предпочтительных элементов отчетности для систематических обзоров и метаанализов» PRISMA и полагался на методы поиска литературы, описанные в консорциуме RELISH. Поиск проводился в наукометрических базах данных PubMed, Google Scholar, РИНЦ с использованием поисковых запросов, ключевых слов. Ключевые слова поискового запроса составили: EEG, PTSD, Motor control, Sensorimotor, Coordination, ERP, Cognitive.

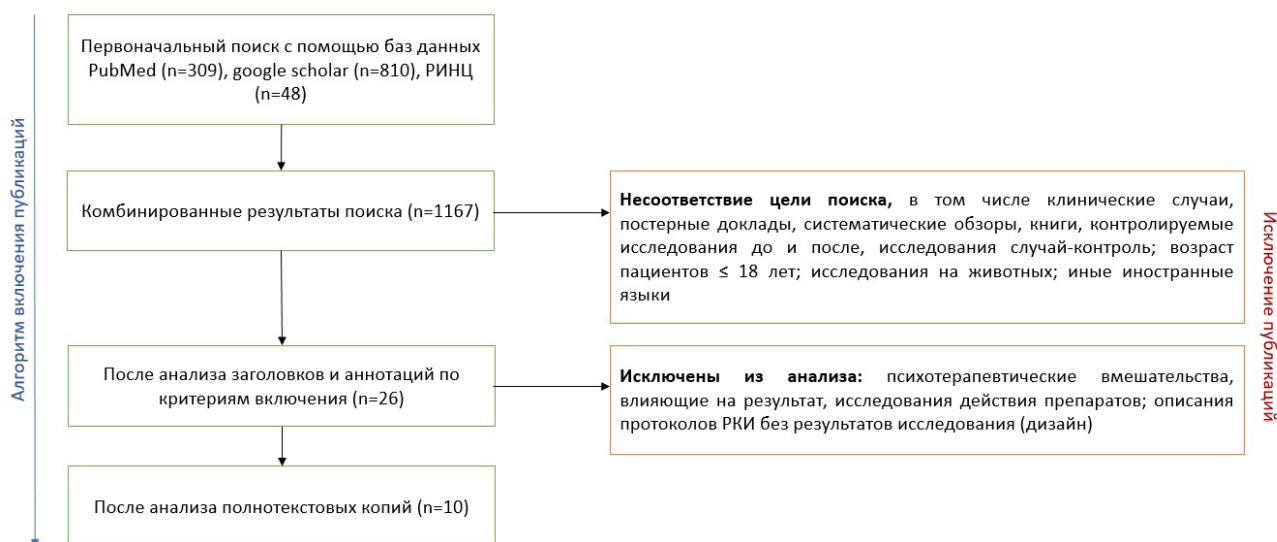


Рис. 1. Алгоритм отбора публикаций при анализе ЭЭГ маркеров сенсомоторной дезинтеграции при ПТСР.

Fig. 1. Algorithm for selecting publications in the process of searching and analyzing data on EEG markers of sensorimotor disintegration in PTSD.

Языком запроса и анализа был английский — для международных баз данных, а также русский язык — для базы РИНЦ. Согласно поставленной цели поиска, тезисы докладов, протоколы заседаний, книги, клинические случаи и серии случаев не использовались.

В обзор включены только те исследования, в которых были адекватно представлены исходные данные — ЭЭГ показатели у пациентов с ПТСР в сравнении со здоровым контролем. Возраст до 18 лет был отнесен к ограничениям данного обзора. Также были исключены исследования на животных. Количество включенных в исследования пациентов с ПТСР и здоровых добровольцев не являлось для нас определяющим фактором отбора.

При поиске биомаркеров сенсомоторной дезинтеграции при ПТСР показатели ЭЭГ в результатах анализируемых исследований рассматривались как в комплексе с другими маркерами, так и в качестве отдельного параметра, представленного в работах. По критериям включения анализировались рандомизированные контролируемые испытания (РКИ), в том числе кластерные РКИ, контролируемые (нерандомизированные) кластерные испытания. Из первоначально идентифицированных результатов поиска были отобраны и обработаны сводные данные 10 статей (Рис. 1).

### Результаты и обсуждение

Шесть из 10 анализируемых электрофизиологических исследований, направленных на изучение ЭЭГ маркеров СМИ у пациентов с ПТСР, проводились посредством оценки вызванных потенциалов, связанных с событием. Стимулы, связанные с психологической травмой, вызывали значительное усиление амплитуды когнитивного вызванного потенциала (P300), особенно в теменной коре [5, 6]. Кроме того, существуют данные, которые свидетельствуют о повышенной когнитивной активации в ответ на стимулы, которые оцениваются как неугрожающие [6]. Также при ПТСР продемонстрирована сложность в адаптации к повторяющимся слуховым и зрительным стимулам (отсутствие снижение активации), что предполагает наличие трудностей с фильтрацией нерелевантной сенсорной информации. Среднелатентные и поздние компоненты потенциалов, связанных с событием, у пациентов с ПТСР были увеличены по сравнению со здоровым контролем, что подтверждает наличие нарушений обработки информации при стрессовых расстройствах [7].

Ключевая роль альфа-волн в координации активации и ингибирования кортикоталамических нейрональных сетей определяет данный параметр ЭЭГ как основную электрофизиологическую детерминанту СМИ как в норме, так и при психосоматических нарушениях различного генеза [8]. У профессионалов, психомоторная активность которых связана с необходимостью автоматизировать свои действия (в частности, в спорте высоких достижений и музыкантов), снижена супрессия амплитуды альфа-ритма в ответ на нерелевантные стимулы, что отражает произвольный контроль СМИ и обуславливает высокую степень готовности к эффективным решениям когнитивных и психомоторных задач с минимальными затратами нейрональных, мышечных и вегетативных ресурсов [8, 9]. Согласно данным литературы и результатам наших исследований, увеличение частоты альфа пика и мощности в высокочастотном поддиапазоне альфа-волн ЭЭГ при выполнении профессиональных действий спортсменами и/или музыкантами является маркером достижения СМИ [9-11]. С другой стороны, увеличение тревожности и хроническая гипервозбудимость у пациентов с ПТСР сопровождаются увеличением мощности в низкочастотных альфа и тета диапазонах ЭЭГ [12, 13]. В обозреваемой литературе представлены противоречивые данные относительно альфа-асимметрии при ПТСР [14, 15]. Кроме того, существуют данные, свидетельствующие об увеличении индивидуальной частоты альфа пика в покое у лиц с ПТСР [16]. При этом остается открытым вопрос, как изменяется основной показатель СМИ — мощность в высокочастотном альфа-диапазоне ЭЭГ при выполнении действия движения у лиц с ПТСР.

### Выводы

Анализ литературы показал, что известные на настоящее время электрофизиологические показатели достижения сенсомоторной интеграции, определяемые посредством оценки вызванных потенциалов и анализа альфа-активности ЭЭГ, являются достаточно валидными и предполагают возможность их использования в разработке новых методов диагностики нарушений СМИ при посттравматическом стрессовом расстройстве, а также технологий немедикаментозной реабилитации с обратной связью.

Работа выполнена в рамках НИР - 413-2022-001.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Bazanova O.M., Mernaya E.M., Shtark M.B. Biofeedback in Psychomotor Training. Electrophysiological Basis. *Neurosci Behav Phys.* 2009, vol. 39, no. 5, pp. 437-447.
2. Zakharov A.V., Poverennova I.E., Kalinin V.A., Khivintseva E.V. Parasomnias Associated with Disordered Arousal from Slow-Wave Sleep: Mechanism of Occurrence and Neurophysiological Characteristics. *Neuroscience and Behavioral Physiology.* 2020, vol. 503, pp. 270-274.
3. Vance M.C., Kovachy B., Dong M., Bui E. Peritraumatic distress: A review and synthesis of 15 years of research// *Journal of Clinical Psychology.* 2018, vol. 74, no. 9, pp.1457–1484.
4. Benjet C., Bromet E., Karam E.G., Kessler R.C., McLaughlin K.A., Ruscio A.M., et al. The epidemiology of traumatic event exposure worldwide: results from the World Mental Health Survey Consortium. *Psychol Med.* 2016, vol. 46, no. 2, pp. 327-343.
5. Butt M., Espinal E., Aupperle R.L., Nikulina V., Stewart J.L. The Electrical Aftermath: Brain Signals of Posttraumatic Stress Disorder Filtered Through a Clinical Lens. *Front Psychiatry.* 2019, vol. 10, pp. 368.
6. Trongnetrponya A., Rapp P., Wang C., Darmon D., Costanzo M.E., Nathan D.E., et al. Single-Trial Mechanisms Underlying Changes in Averaged P300 ERP Amplitude and Latency in Military Service Members After Combat Deployment. *Front Hum Neurosci.* 2019, vol. 13, pp. 377.
7. Clancy K., Ding M., Bernat E., Schmidt N.B., Li W. Restless "rest": intrinsic sensory hyperactivity and disinhibition in post-traumatic stress disorder. *Brain: A Journal of Neurology.* 2017, vol. 140, no. 7, pp. 2041-2050.
8. Bazanova O.M., Vernon D. Interpreting EEG alpha activity. *Neurosci Biobehav Rev.* 2014, vol. 44, pp. 94-110.
9. Andreeva A., Melnikov A., Skvortsov D., Akhmerova K., Vavaev A., Golov A., et al. Postural stability in athletes: The role of sport direction. *Gait Posture.* 2021, vol. 89, pp. 120-125.
10. Petrenko T.I., Bazanova O.M., Kabardov M.K. Prospects for Using Adaptive Biofeedback to Train Musicians. *RUDN Journal of Psychology and Pedagogics.* 2019, vol. 16, no. 4, pp. 495–516.
11. Babiloni C., Marzano N., Iacoboni M., Infarinato F., Aschieri P., Buffo P., et al. Resting state cortical rhythms in athletes: a high-resolution EEG study. *Brain Res Bull.* 2010, vol. 81, no. 1, pp. 149–156.
12. Knyazev G.G., Slobodskoj-Plusnin J.Y., Bocharov A.V., Pylkova L.V. Cortical oscillatory dynamics in a social interaction model. *Behavioural Brain Research.* 2013, vol. 241, pp. 70-79.
13. Jensen O., Mazaheri A. Shaping functional architecture by oscillatory alpha activity: gating by inhibition. *Frontiers in Human Neuroscience.* 2010, vol. 4, pp. 186.
14. Gordon E., Palmer D.M., Cooper N. EEG alpha asymmetry in schizophrenia, depression, PTSD, panic disorder, ADHD and conduct disorder. *Clin EEG Neurosci.* 2010, vol. 41, no. 4, pp. 178-183.
15. Meyer T., Smeets T., Giesbrecht T., Quaedflieg C.W., Smulders F.T., Meijer E.H., et al. The role of frontal EEG asymmetry in post-traumatic stress disorder. *Biol Psychol.* 2015, vol. 108, pp. 62-77.
16. Wahbeh H., Oken B.S. Peak high-frequency HRV and peak alpha frequency higher in PTSD. *Appl Psychophysiol Biofeedback.* 2013, vol. 38, no 1, pp. 57-69.

#### Авторы

Широлапов Игорь Викторович  
 ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России  
 К.м.н., доцент, ведущий специалист НИИ нейронаук  
 ishirolapov@mail.ru  
 ORCID 0000-0002-7670-6566  
 Самара, Российская Федерация

Захаров Александр Владимирович  
 ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России  
 К.м.н., доцент, директор НИИ нейронаук

a.v.zaharov@samsmu.ru  
ORCID 0000-0003-1709-6195  
Самара, Российская Федерация

Борисова Оксана Вячеславовна  
ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России  
К.б.н., доцент, кафедра физиологии  
oksana.v.borisova@samsmu.ru  
ORCID 0009-0006-4396-1065  
Самара, Российская Федерация

Зонов Александр Александрович  
ООО «Нейроботикс»  
Психолог, психофизиолог, продакт-менеджер  
a.zonov@neurobotics.ru  
ORCID 0000-0003-3751-2766  
Москва, Зеленоград, Российская Федерация

Ларькова Ирина Викторовна  
ГУ ЛНР «Луганский республиканский центр экстренной медицинской помощи и медицины катастроф»  
Начальник лаборатории психофизиологического обеспечения, психолог, психофизиолог  
irinalarkova1969@gmail.com  
ORCID 0009-0006-0455-2584  
Луганск, Российская Федерация

Марьяновская Татьяна Андреевна  
Курчатовский геномный центр Института цитологии и генетики СО РАН  
Старший лаборант  
Новосибирск, Российская Федерация  
t.maryanovskaya@g.nsu.ru  
ORCID 0009-0004-0955-5069

Мельников Андрей Александрович  
ФГБОУ ВО «Российский университет спорта (ГЦОЛИФК)»  
Д.б.н., профессор, заведующий кафедрой физиологии  
meln1974@yandex.ru  
ORCID: 0000-0001-5281-5306  
Москва, Российская Федерация

Николенко Екатерина Дмитриевна  
ФГБНУ «Научно-исследовательский институт нейронаук и медицины»  
Научный сотрудник  
Новосибирск, Российская Федерация  
edn21@mail.ru  
ORCID: 0000-0003-1966-0386  
Плотникова Эльвира Петровна  
ГУ ЛНР «Луганский государственный медицинский университет имени Святителя Луки»  
Врач-ординатор  
Луганск, Российская Федерация  
edivle99@mail.ru  
ORCID 0009-0003-9833-4200



Базанова Ольга Михайловна

Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет)

Д.б.н., профессор

Долгопрудный, Московская область, Российская Федерация

bazanova\_olgamih@mail.ru

ORCID: 0000-0002-7977-8100

*I.V. Shirolapov<sup>1</sup>, A.V. Zakharov<sup>1</sup>, O.V. Borisova<sup>1</sup>, A.A. Zonov<sup>2</sup>, I.V. Larkova<sup>3</sup>, T.A. Mariyanovska<sup>4</sup>, A.A. Melnikov<sup>5</sup>, E.D. Nikolenko<sup>6</sup>, E.P. Plotnikova<sup>7</sup>, O.M. Bazanova<sup>8,9</sup>*

## EEG MARKERS OF SENSORIMOTOR INTEGRATION DISTURBANCE IN POST-TRAUMATIC STRESS DISORDER. LITERATURE REVIEW

<sup>1</sup>Samara State Medical University, Samara, Russian Federation;

<sup>2</sup>LLC «Neurobotics», Zelenograd, Russian Federation;

<sup>3</sup>Lugansk republican center for emergency medical care and medicine of the catastrophes, Lugansk, Russian Federation;

<sup>4</sup>Kurchatov Genomics Center of Institute of Cytology and Genetics SB RAS, Novosibirsk, Russian Federation;

<sup>5</sup>Russian University Sport «SCOLIPE», Moscow, Russian Federation;

<sup>6</sup>State Research Institute of Neurosciences and Medicine, Novosibirsk, Russian Federation;

<sup>7</sup>Lugansk State Medical University, Lugansk, Russian Federation;

<sup>8</sup>MIPT, Dolgoprudny, Russian Federation;

<sup>9</sup>FIC FTM, Institute of Molecular Biology and Biophysics, Novosibirsk, Russian Federation

**Abstract.** Disturbance of the sensorimotor integration system is the main cause of both emotional and somatic disorders in post-traumatic stress disorder (PTSD). In order to study the current state of the problem of identifying EEG indicators of sensory-motor integration disturbances in PTSD, an analysis of more than 1000 publications was undertaken. As a result of a review of the literature, it was found that one of the indicators of sensorimotor disintegration in PTSD is an increase in the amplitude of the cognitive components of evoked potentials. The available sources lack information regarding the most informative characteristic of unimpaired sensorimotor integration – a decrease in the activation of EEG alpha waves during the implementation or mental representation (imagination) of the action of movement in PTSD. Also controversial is the question of the presence of alpha asymmetry. Thus, further study of EEG indicators of sensorimotor disintegration in PTSD is required.

**Keywords:** post-traumatic stress disorder, sensorimotor integration, EEG alpha activity, cognitive functions

There is no conflict of interest.

Contact details of the corresponding author:

Igor V. Shirolapov

ishirolapov@mail.ru

Received 25.05.2023

For citation:

Shirolapov I.V., Zakharov A.V., Borisova O.V., Zonov A.A., Larkova I.V., Mariyanovska T.A., Melnikov A.A., Nikolenko E.D., Plotnikova E.P., Bazanova O.M. Eeg markers of sensorimotor integration disturbance in post-traumatic stress disorder. Literature review [Online] Vestn. Ural. Med. Akad. Nauki. = Journal of Ural Medical Academic Science. 2023, Vol. 20, no. 4, pp. 222–230. DOI: 10.22138/2500-0918-2023-20-4-222-230 (In Russ)

## REFERENCES

1. Bazanova O.M., Mernaya E.M., Shtark M.B. Biofeedback in Psychomotor Training. Electrophysiological Basis. *Neurosci Behav Phys.* 2009, vol. 39, no. 5, pp. 437-447.
2. Zakharov A.V., Poverennova I.E., Kalinin V.A., Khivintseva E.V. Parasomnias Associated with Disordered Arousal from Slow-Wave Sleep: Mechanism of Occurrence and Neurophysiological Characteristics. *Neuroscience and Behavioral Physiology.* 2020, vol. 503, pp. 270-274.
3. Vance M.C., Kovachy B., Dong M., Bui E. Peritraumatic distress: A review and synthesis of 15 years of research. *Journal of Clinical Psychology.* 2018, vol. 74, no. 9, pp.1457–1484.
4. Benjet C., Bromet E., Karam E.G., Kessler R.C., McLaughlin K.A., Ruscio A.M., et al. The epidemiology of traumatic event exposure worldwide: results from the World Mental Health Survey Consortium. *Psychol Med.* 2016, vol. 46, no. 2, pp. 327-343.
5. Butt M., Espinal E., Aupperle R.L., Nikulina V., Stewart J.L. The Electrical Aftermath: Brain Signals of Posttraumatic Stress Disorder Filtered Through a Clinical Lens. *Front Psychiatry.* 2019, vol. 10, pp. 368.
6. Trongnetrponya A., Rapp P., Wang C., Darmon D., Costanzo M.E., Nathan D.E., et al. Single-Trial Mechanisms Underlying Changes in Averaged P300 ERP Amplitude and Latency in Military Service Members After Combat Deployment. *Front Hum Neurosci.* 2019, vol. 13, pp. 377.
7. Clancy K., Ding M., Bernat E., Schmidt N.B., Li W. Restless “rest”: intrinsic sensory hyperactivity and disinhibition in post-traumatic stress disorder. *Brain: A Journal of Neurology.* 2017, vol. 140, no. 7, pp. 2041-2050.
8. Bazanova O.M., Vernon D. Interpreting EEG alpha activity. *Neurosci Biobehav Rev.* 2014, vol. 44, pp. 94-110.
9. Andreeva A., Melnikov A., Skvortsov D., Akhmerova K., Vavaev A., Golov A., et al. Postural stability in athletes: The role of sport direction. *Gait Posture.* 2021, vol. 89, pp. 120-125.
10. Petrenko T.I., Bazanova O.M., Kabardov M.K. Prospects for Using Adaptive Biofeedback to Train Musicians. *RUDN Journal of Psychology and Pedagogics.* 2019, vol. 16, no. 4, pp. 495–516.
11. Babiloni C., Marzano N., Iacoboni M., Infarinato F., Aschieri P., Buffo P., et al. Resting state cortical rhythms in athletes: a high-resolution EEG study. *Brain Res Bull.* 2010, vol. 81, no. 1, pp. 149–156.
12. Knyazev G.G., Slobodskoj-Plusnin J.Y., Bocharov A.V., Pylkova L.V. Cortical oscillatory dynamics in a social interaction model. *Behavioural Brain Research.* 2013, vol. 241, pp. 70-79.
13. Jensen O., Mazaheri A. Shaping functional architecture by oscillatory alpha activity: gating by inhibition. *Frontiers in Human Neuroscience.* 2010, vol. 4, pp. 186.
14. Gordon E., Palmer D.M., Cooper N. EEG alpha asymmetry in schizophrenia, depression, PTSD, panic disorder, ADHD and conduct disorder. *Clin EEG Neurosci.* 2010, vol. 41, no. 4, pp. 178-183.
15. Meyer T., Smeets T., Giesbrecht T., Quaedflieg C.W., Smulders F.T., Meijer E.H., et al. The role of frontal EEG asymmetry in post-traumatic stress disorder. *Biol Psychol.* 2015, vol. 108, pp. 62-77.
16. Wahbeh H., Oken B.S. Peak high-frequency HRV and peak alpha frequency higher in PTSD. *Appl Psychophysiol Biofeedback.* 2013, vol. 38, no 1, pp. 57-69.

### Authors

Igor V. Shirolapov

Samara State Medical University

PhD, Cand. Sci. (Med.), Associate professor

ishiolapov@mail.ru

ORCID 0000-0002-7670-6566

Samara, Russian Federation

Alexander V. Zakharov

Samara State Medical University

PhD, Cand. Sci. (Med.), Associate professor

a.v.zaharov@samsmu.ru

ORCID 0000-0003-1709-6195

Samara, Russian Federation

Oksana V. Borisova  
Samara State Medical University  
PhD, Cand. Sci. (Biol.), Associate professor  
oksana.v.borisova@samsmu.ru  
ORCID 0009-0006-4396-1065  
Samara, Russian Federation

Alexander A. Zonov  
LLC Neurobotics  
Psychologist, psychophysiological, product manager  
a.zonov@neurobotics.ru  
ORCID 0000-0003-3751-2766  
Moscow, Zelenograd, Russian Federation

Larkova Irina V.  
Lugansk republican center for emergency medical care and medicine of the catastrophes  
Head of the laboratory of psychophysiological support, psychologist, psychophysiological  
irinalarkova1969@gmail.com  
ORCID: 0009-0006-0455-2584  
Lugansk, Russian Federation

Tatiana A. Maryanovskaya  
Kurchatov Genomics Center of Institute of Cytology and Genetics SB RAS  
Senior Assistant  
t.maryanovskaya@g.nsu.ru  
ORCID 0009-0004-0955-5069  
Novosibirsk, Russian Federation

Andrey A. Melnikov  
Russian University of Sport  
Dr. Sci. (Biol.), Professor, Head of the Department of Physiology  
meln1974@yandex.ru  
ORCID 0000-0001-5281-5306  
Moscow, Russian Federation

Ekaterina D. Nikolenko  
Scientific Research Institute of Neurosciences and Medicine  
Researcher  
edn21@mail.ru  
ORCID 0000-0003-1966-0386  
Novosibirsk, Russian Federation

Elvira P. Plotnikova  
Lugansk State Medical University,  
Resident doctor  
edivle99@mail.ru  
ORCID 0009-0003-9833-4200  
Lugansk, Russian Federation

Olga M. Bazanova  
Moscow Institute of Physics and Technology



Dr. Sci. (Biol.), Professor  
bazanova\_olgamih@mail.ru  
ORCID: 0000-0002-7977-8100  
Moscow Region, Dolgoprudny, Russian Federation