Дата публикации: 01.12.2024
DOI: 10.24412/2588-0500-2024_08_04_8
УДК 612.8

Publication date: 01.12.2024
DOI: 10.24412/2588-0500-2024_08_04_8
UDC 612.8

ИЗМЕНЧИВОСТЬ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ ПРИ ЗАНЯТИЯХ ИММЕРСИВНОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ ТРЕНИРОВКОЙ

А.М. Котов-Смоленский, Е.Ю. Федорова
Государственное автономное образовательное учреждение высшего образования города Москвы «Московский городской педагогический университет», г. Москва, Россия

Аннотация. Целью настоящего исследования являлось изучение динамики показателей функциональных состояний центральной нервной системы у студентов, занимающихся двигательной тренировкой в иммерсивной среде, в зависимости от их психофизиологического типа. Характер воздействия иммерсивной двигательной тренировки на организм занимающихся выявляли с помощью метода сенсомоторных реакций, оценки вариабельности сердечного ритма и опросника «Симуляторные расстройства». По результатам исследования зарегистрировано статистически значимое ухудшение показателей функционального состояния центральной нервной системы в простой зрительно-моторной реакции и реакции на движущийся объект у исследуемых с выраженной подвижностью нервных процессов.
Ключевые слова: иммерсивное обучение, виртуальная реальность, двигательная тренировка, функциональное состояние, сенсомоторные реакции.

VARIABILITY OF INDICES OF THE FUNCTIONAL STATE OF THE CENTRAL NERVOUS SYSTEM DURING IMMERSIVE MOTOR TRAINING

A.M. Kotov-Smolenskij, E.Yu. Fedorova
Moscow City University, Moscow, Russia

Abstract. Objective: to study changes in the indices of the functional state of the central nervous system in students engaged in motor training in an immersive environment, depending on their psychophysiological type. The nature of the impact of immersive motor training on the body of those involved was revealed using the sensorimotor reaction method, assessment of heart rate variability and the Simulator Sickness Questionnaire. According to the results of the study, a statistically significant deterioration in the indices of the functional state of the central nervous system was recorded in a simple hand-eye reaction and reaction to a moving object in subjects with pronounced mobility of nervous processes.
Keywords: immersive learning, virtual reality, motor training, functional state, hand-eye reactions.

Введение. Сегодня все большую популярность набирает иммерсивный подход в обучении [1, 2], который подразумевает использование технологий виртуальной и дополненной реальности [3]. Однако на сегодняшний день накопленных эмпирических данных недостаточно для того, чтобы обосновать эффективность использования иммерсивного обучения, поскольку в научной литературе представлены достаточно противоречивые данные.

Так, например, ряд авторов указывает на необходимость снижения степени погружения в иммерсивную среду с целью повышения результатов [4-6], тогда как другая группа ученых докладывает о пользе эффекта присутствия в рамках полной иммерсии, способствующей повышению уровня вовлеченности, положительных эмоций, мотивации и глубокой проработки образовательного контента [7, 8].

Не вызывает сомнений, что эффективность какой-либо деятельности в первую очередь зависит от работоспособности и функционального состояния (ФС) центральной нервной системы (ЦНС). В то же время

взаимодействие с иммерсивной средой способно оказывать значимое воздействие на ЦНС погруженного в нее пользователя. Рядом исследователей показано, что в зависимости от психофизиологического типа один и тот же вид деятельности приводит к проявлению различных психофизиологических эффектов [9-11]. Ставя во внимание данный факт, предполагается, что эффективность иммерсивного обучения может зависеть от условий виртуальной среды, подбор которых необходимо осуществлять согласно психофизиологическому типу занимающихся.

Цель исследования: определить особенности изменения показателей функциональных состояний центральной нервной системы у студентов, занимающихся двигательной тренировкой в иммерсивной среде, в зависимости от их психофизиологического типа.

Методы и организация исследования. В настоящей работе принимало участие 112 практически здоровых участников (из них 49 человек мужского пола и 63 женского), все они были студентами 2-3 курсов ГАОУ ВО «Московский городской педагогический университет», обучающихся по неспортивным профилям. Медиана возраста добровольцев составила 20 [19,5; 21,5] лет.

Критерии включения:

- отсутствие опыта погружения в иммерсивную среду (опрос);
- наличие медицинской справки, подтверждающей принадлежность к первой группе здоровья.

Критерии исключения:

- возможное наличие неприятных ощущений в процессе погружения в иммерсивную среду.

Определение психофизиологического типа и психофизиологическая оценка воздействия двигательной тренировки в иммерсивной среде. Оценка психофизиологического типа студентов проводилась в рамках психофизиологического скрининга посредством теста простой зрительно-моторной реакции (ПЗМР) на аппарате «НС-Психотест» (Нейрософт, Россия). Регистрация ПЗМР осуществлялась на зрительно-моторном анализаторе в виде пульта управления, оснащенного индикатором световых сигналов и кнопок для реагирования при появлении зрительного стимула. В качестве зрительного раздражителя использовался красный сигнал индикатора, количество предъявления световых сигналов для каждого добровольца составляло 70 стимулов.

Каждый доброволец тестировался в течение семи дней, в результате чего обследованные добровольцы были отнесены к подвижному, промежуточному или инертному типу ЦНС.

Помимо определения психофизиологического типа тест ПЗМР использовался для определения изменения параметров ФС ЦНС до и после иммерсивной двигательной тренировки. Для анализа отбирали следующие компоненты ПЗМР: среднее время реакции (СВР), стандартное квадратичное отклонение (СКО), ошибки в виде преждевременного нажатия на кнопку.

Вместе с ПЗМР использовалась методика реакция на движущийся объект (РДО). Количество предъявлений движущегося объекта равнялось 50. Для статистической обработки результатов РДО были отобраны такие показатели, как сумма опережений/запаздываний, число точных реакций (ЧТР).

Оценка изменения компонентов вариабельности сердечного ритма в ответ на двигательную тренировку в иммерсивной среде. Изменение компонентов вариабельности сердечного ритма (ВСР) до и после двигательной тренировки в иммерсивной среде проводилась на аппарате «Варикард» (Рамена, Россия). Регистрация ВСР до и после эксперимента проводилась в течение 5-минутных сессий в расслабленном положении, сидя на стуле. Для дальнейшей статистической обработки результатов при регистрации ВСР использовались показатели спектрального анализа (HF%, LF%, VLF% – мощность волн высокой, низкой и очень низкой частоты).

Оценка субъективных ощущений после двигательной тренировки в иммерсивной среде: опросник «Симуляторные расстройства». Оценка субъективных ощу-

щений занимающихся проводилась сразу же после двигательной тренировки в иммерсивной среде с помощью опросника «Симуляторные расстройства» («Simulator sickness questionnaire», SSQ). SSQ представляет собой опросник, содержащий 18 вопросов, направленных на выявление качественных ощущений, которые могут быть интерпретированы как различные состояния организма, возникающие при иммерсивном погружении. Оценка посредством SSQ осуществляется в баллах: от 0 – не ощущаю, до 3 баллов – сильное ощущение.

Двигательная тренировка в иммерсивной среде. В качестве проводника в иммерсивную среду применялся виртуальный шлем «Oculus Quest 2» (Meta, США) и двигательный сценарий «Beat Saber» (рис. 1, 2).



Рис. 1. Пример двигательной тренировки в очках «Oculus Quest 2»



Рис. 2. Интерфейс виртуального сценария «Beat Saber»

Уникальность «Beat Saber» заключается в его двигательной направленности, где погруженный пользователь при взаимодействии с виртуальным пространством для достижения конечной цели выполняет ряд моторных и когнитивных задач. К таким задачам относятся:

- Рассечение виртуальных кубов синего и красного цвета световым мечом аналогичного цвета;
- Рассечение виртуальных кубов в определенном месте (на каждом кубе место рассечения помечается специальной белой стрелкой);

- Рассечение кубов в такт ударных инструментов музыкального сопровождения сценария.

Таким образом, иммерсивная двигательная тренировка в «Beat Saber», характеризуется вовлечением в интенсивную работу различных зон головного мозга, в том числе и структур, ответственных за высшую нервную деятельность.

Сила сенсорного стимула (условия) иммерсивной среды сценария «Beat Saber» подразумевает различные уровни сложности: легкий, средний, тяжелый и очень тяжелый, включающие такие компоненты, как скорость и количество вылетающих кубов, искусственные виртуальные помехи, стиль и скорость музыкального сопровождения.

Иммерсивная двигательная тренировка для добровольцев с различным психофизиологическим типом подразумевала:

- Нормальный уровень сложности;
- Предъявление за одну сессию 195 виртуальных кубов;
- Длительность 1 сессии – 2 минуты 44 секунды;
- Скорость музыкального сопровождения – 175 ударов в минуту;
- Стиль музыкального сопровождения – Drum’n’Bass.

Всего, в рамках эксперимента, каждый доброволец провел 2 полноценных виртуальных сессии, суммарно 5 минут 28 секунд.

Статистическая обработка результатов исследования. Статистическая обработка данных проводилась с использованием программы Jamovi v. 2.3 (www.Jamovi.org). Нормальность распределения признаков проводили с помощью критерия Шапиро-Уилка. Для статистической обработки результатов, с учетом их непараметрического характера и одновременного анализа выборок по более, чем двум параметрам, использовались критерии Манна-Уитни и Вилкоксона. При проверке всех гипотез в качестве уровня значимости был принят $p<0,05$.

Результаты исследования и их обсуждение. Определение психофизиологического типа студентов производилось в соответствии с методическим руководством аппарата «НС-Психотест» [12], результаты представлены в таблице 1.

Для дальнейшей оценки воздействия двигательной тренировки в иммерсивной среде было отобрано 37 представителей с выраженной инертностью (ВИ) и 31 представитель с выраженной подвижностью (ВП). Таким образом, дальнейшее участие в эксперименте приняло 68 добровольцев.

По результатам оценки динамики показателей ФС ЦНС в тесте ПЗМР было обнаружено, что статистически значимые изменения произошли только в группе ВП (табл. 2).

Таблица 1

Результаты определения психофизиологического типа студентов (n=122)

Психофизиологический тип	Количество представителей (человек)
Выраженная подвижность (193 мс и менее)	31
Промежуточный тип (193-233 мс)	44
Выраженная инертность (233 мс и более)	37

Таблица 2

Компоненты простой зрительно-моторной реакции до и после двигательной тренировки в иммерсивной среде (n=68)

Группа	Серия	Компоненты простой зрительно-моторной реакции		
		Среднее время реакции	Стандартное квадратичное отклонение	Ошибки (преждевременное реагирование)
Выраженная подвижность (n=31)	1	186±6,79	39±8,11	1,74±1,32
	2	193±6,60*	44±4,89**	2,71±1,95***
Выраженная инертность (n=37)	1	250±16,0	76,8±14	1,38±1,78
	2	251±15,8	71,5±17,9	1,38±1,62

Примечание: * – p<0,001; ** – p<0,01; *** – p<0,05

В таблице 2 можно видеть, что статистически значимые изменения характеризуются ухудшением показателей ФС ЦНС в группе ВП. Так, зафиксировано выраженное снижение показателей СВР, СКО и увеличение ошибочных действий в виде преждевременных нажатий на кнопку.

По результатам РДО до и после двигательной тренировки в иммерсивной среде статистически значимые изменения также были получены в группе ВП. Наблюдалось выраженное увеличение такого показателя, как сумма запаздываний, а также значимое ухудшение ЧТР (рис. 2 и 3).

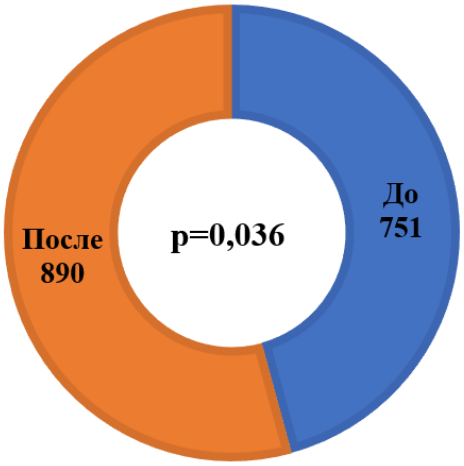


Рис. 3. Динамика показателя «Сумма запаздываний» до и после двигательной тренировки в иммерсивной среде в тесте реакция на движущийся объект

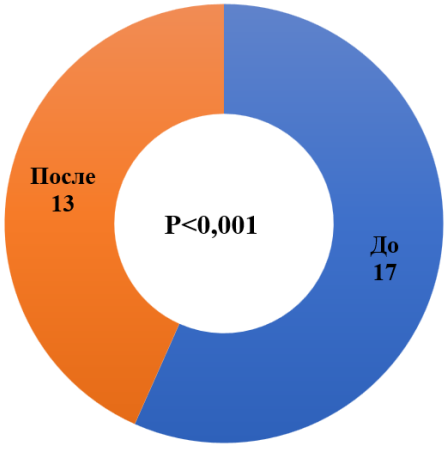


Рис. 4. Динамика показателя «Число точных реакций» до и после двигательной тренировки в иммерсивной среде в тесте реакция на движущийся объект

Статистическая обработка показателей спектрального анализа ВСР внутри групп исследования позволила установить, что в группе ВП наблюдалось выраженно значимое увеличение показателя LF%, тогда как в группе ВИ статистически значимо увеличился показатель HF%. Динамика показателей отображена в таблице 3.

Таблица 3

Динамика показателей спектрального анализа вариабельности сердечного ритма до и после двигательной тренировки в иммерсивной среде внутри групп исследования

Группа	Серия	Показатели спектрального анализа в рамках оценки вариабельности сердечного ритма		
		HF%	LF%	VLF%
Выраженная подвижность (n=31)	1	33±13,9	43,2±13,1	18,5±9,6
	2	29,9±12,5	55,4±10,5*	18,6±11,3
Выраженная инертность (n=37)	1	28,8±15,2	48,5±14,6	17,4±9,05
	2	37,3±15,9**	44,0±13,6	18,3±7,86

Примечание: HF% – мощность волн высокой частоты; LF% – мощность волн низкой частоты; VLF% – мощность волн очень низкой частоты; * – p<0,001; ** – p<0,005

По результатам межгруппового анализа показателей шкалы SSQ, отражающей субъективные ощущения человека после двигательной тренировки в виртуальной среде, наблюдались статистически значимые различия по таким показателям, как напряжение глаз, сухость во рту и потливость (табл. 4).

Таблица 4

Результаты статистической обработки показателей шкалы SSQ после двигательной тренировки в иммерсивной среде между группами исследования

Группа	Показатели субъективных ощущений после сенсорного воздействия условий виртуальной среды по шкале SSQ			
	Головная боль	Напряжение глаз	Сухость во рту	Потливость
Выраженная подвижность (n=31)	0,257±0,443	0,806±1,01**	0,968±0,983***	1,29±1,22*
Выраженная инертность (n=37)	0,135±0,419	0,189±0,462	0,351±0,633	0,378±0,758

Примечание: SSQ – Simulation Sickness Questionnaire – Опросник «Симуляторные расстройства»; * – p<0,001; ** – p<0,001; *** – p<0,01

Таким образом, по результатам психофизиологической оценки, в рамках теста ПЗМР можно заключить, что статистически значимые изменения, произошедшие в группе ВП, носят негативный характер, о чем свидетельствуют увеличение времени реагирования на зрительный стимул, ухудшение показателя стабильности выполнения сенсомоторных реакций, а также повышение суммарного количества ошибок в виде преждевременного нажатия на кнопку. Неблагоприятный характер воздействия двигательной тренировки в иммерсивной среде для представителей группы ВП также наблюдается и в динамике показателей теста РДО. Так, согласно рисункам 2 и 3 можно видеть, что добровольцы с выраженной функциональной подвижностью ЦНС замедлились и стали менее точны при осуществлении пространственно-временного рефлекса.

Данное обстоятельство может расцениваться как неблагоприятное воздействие условий иммерсивной среды на пред-

ставителей подвижного типа ЦНС, ввиду чего у них наблюдались первичные признаки утомления на центральном уровне. В свою очередь, наличие признаков утомления на центральном уровне может неблагоприятно сказаться на работоспособности ЦНС и в итоге способствовать снижению качества формирования новых нервных связей и влиять на качество текущего вида деятельности [13].

Рассматривая феномен ухудшения показателей ФС ЦНС в группе ВП, можно предположить, что данный процесс мог быть инициирован повышенным стрессовым воздействием условий иммерсивной среды (силой сенсорного стимула), что просматривается в динамике показателей спектрального анализа ВСР в группе ВП. Согласно литературным данным, спектральный анализ ВСР позволяет оценить абсолютную и относительную активность симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы, а также регулятивное воздействие гуморальных факторов [14]. Как можно видеть в таблице 3, в группе ВИ наблюдалось выраженное изменение показателя HF%, отражающего повышение активности парасимпатической нервной системы, тогда как в группе ВП статистически значимо увеличился показатель LF%, который является индикатором увеличения симпатических влияний на регуляцию сердечного ритма, которые могут возрастать при различных стрессовых воздействиях на организм.

В совокупности с результатами регистрации ВСР, о степени выраженности стрессовых воздействий на представителей группы ВП могут свидетельствовать данные межгруппового анализа данных опросника SSQ. Полученная статистически значимая разница после двигательной тренировки в иммерсивной среде в таких показателях, как напряжение глаз, сухость во рту и потливость была более выражена у представителей группы ВП и, согласно классической литературе, может быть интерпретирована как повышенная активность симпатического отдела вегетативной нервной системы.

Таким образом, проведя комплексную оценку воздействия двигательной тренировки в иммерсивной среде на состояние занимающихся, можно наблюдать, что добровольцы с различным психофизиологическим типом проявляют различную реакцию на условия иммерсивной среды, в которой тренировка реализуется. Наличие неблагоприятных эффектов в группе ВП свидетельствует о более выраженной напряженности регуляторных систем в рамках срочной адаптации к условиям иммерсивной среды по сравнению с группой ВИ, что актуализирует подбор условий иммерсивной среды для реализации двигательной тренировки с учетом психофизиологического типа занимающихся. Ставя во внимание отрицательную динамику показателей ФС добровольцев группы ВП, при планировании двигательных тренировок в иммерсивной среде для представителей подвижного типа ЦНС рекомендуется менее выраженный характер воздействия сенсорной стимуляции.

Заключение. Результаты настоящего исследования подтверждают важность поиска условий эффективного использования высоких технологий как инструмента иммерсивного обучения. Понимание физиологических механизмов адаптации организма к различным условиям иммерсивной среды позволит в будущем повысить ценность и эффективность такого обучения.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гордеева, Е. В. Цифровизация в образовании / Е. В. Гордеева, Ш. Г. Мурадян, А. С. Жажоян // Экономика и бизнес: теория и практика. – 2021. – №4-1. – С. 112–115.
2. Котов, Г. С. Иммерсивный подход в образо-

вании: возможности и проблемы реализации / Г. С. Котов // Проблемы современного педагогического образования. – 2021. – № 73-1. – С. 179–181.
3. Корнилов, Ю. В. Иммерсивный подход в образовании / Ю. В. Корнилов // АНИ: педагогика и психология. – 2019. – №1 (26). – С. 174–178.
4. Залата, О. А. Оценка восприятия образовательного контента на различных уровнях мультимедиа / О. А. Залата, Ю. А. Еременко // Интеграция образования. – 2020. – Т. 24 – № 4. – С. 679–691.
5. Bayraktar, S. A. Meta-Analysis of the Effectiveness of Computer-Assisted Instruction in Science Education / S. A. Bayraktar // Journal of Research on Technology in Education. – 2001. – № 34(1). – P. 173–188.
6. Makransky, G. Adding Immersive Virtual Reality to a Science Lab Simulation Causes more Presence but Less Learning / G. Makransky, T. S. Terkildsen, R. E. Mayer // Learning and Instruction. – 2019. – № 60. – P. 225–236.
7. Ho, L. H. Research on 3D Painting in Virtual Reality to Improve Students' Motivation of 3D Animation Learning / L. H. Ho, H. Sun, T. H. Tsai // Sustainability. – 2019. – № 11(6). – P. 1605.
8. Kim, M. J. A Hedonic Motivation Model in Virtual Reality Tourism: Comparing Visitors and Non-Visitors / M. J. Kim, C. M. Hall // International Journal of Information Management. – 2019. – № 46. – P. 236–249.
9. Байгужин, П. А. Функциональное состояние центральной нервной системы при воздействии слабоструктурированной информации / П. А. Байгужин, Д. З. Шибкова // Человек. Спорт. Медицина. – 2017. – № 4. – С. 32–42.
10. Зрительно-моторные реакции как индикатор функционального состояния центральной нервной системы / Ю. П. Игнатова, И. И. Макарова, К. Н. Яковлева, А. В. Аксенова // Ульяновский медико-биологический журнал. – 2019. – № 3. – С. 38–52.
11. Корельская, И. Е. Экспресс оценка состояния центральной нервной системы человека по параметрам простой зрительно-моторной реакции / И. Е. Корельская, А. А. Кузнецов // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2016. – № 8-2. – С. 194–197.
12. Мантрова, И. Н. Методическое руководство по психофизиологической и психологической диагностике / И. Н. Мантрова. – Иваново: ООО «Нейрософт», 2008 – 216 с.
13. Павлов, И. П. Избранные сочинения / И. П. Павлов. – Москва: Эксмо, 2015. – 733 с.
14. Методические аспекты анализа временных и спектральных показателей вариабельности сердечного ритма (обзор литературы) / Г. Н. Ходырев, С. В. Хлыбова, В. И. Циркин, С. Л. Дмитриева // Вятский медицинский вестник. – 2011. – № 3-4. – С. 60–70.

REFERENCES

1. Gordeeva E.V., Muradyan Sh.G., Zhazhoyan A.S. Digitalization in education. *Journal of Economy and Business*, 2021, no. 4-1, pp. 112–115. (in Russ.)
2. Kotov G.S. Immersive approach in education: opportunities and problems of implementation. *Problems of modern pedagogical education*, 2021, no. 73-1, pp. 179–181. (in Russ.)
3. Kornilov Yu.V. An immersive approach in education. *Azimuth of Scientific Research: Pedagogy and Psychology*, 2019, no. 1 (26), pp. 174–178. (in Russ.)
4. Zalata O.A., Eremenko Yu.A. Assessing the perception of educational content at various levels of multimedia. *Integration of Education*, 2020, vol. 24, no. 4, pp. 679–691. (in Russ.)
5. Bayraktar S.A. Meta-Analysis of the Effectiveness of Computer-Assisted Instruction in Science Education. *Journal of Research on Technology in Education*, 2001, no. 34(1), pp. 173–188.
6. Makransky G., Terkildsen T.S., Mayer R.E. Adding Immersive Virtual Reality to a Science Lab Simulation Causes more Presence but Less Learning. *Learning and Instruction*, 2019, no. 60, pp. 225–236.
7. Ho L.H., Sun H., Tsai T.H. Research on 3D Painting in Virtual Reality to Improve Students' Motivation of 3D Animation Learning. *Sustainability*, 2019, no. 11(6), p. 1605.
8. Kim M.J., Hall C.M. A Hedonic Motivation Model in Virtual Reality Tourism: Comparing Visitors and Non-Visitors. *International Journal of Information Management*, 2019, no. 46, pp. 236–249.
9. Bajguzhin P.A., Shibkova D.Z. Functional condition of the central nervous system under the influence of weakly structured information. *Human. Sport. Medicine*, 2017, no. 4, pp. 32–42. (in Russ.)
10. Ignatova Yu.P., Makarova I.I., Yakovleva K.N., Aksenova A.V. Visual-motor reactions as an indicator of CNS functional state. *Ulyanovsk Medico-Biological Journal*, 2019, no. 3, pp. 38–52. (in Russ.)
11. Korel'skaya I.E., Kuznetsov A.A. Evaluation of the central nervous system in human parameters

of simple visual-motor response. *International Journal of Applied and Fundamental Research*, 2016, no. 8-2, pp. 194–197. (in Russ.)
12. Mantrova I.N. Methodological guide to psychophysiological and psychological diagnostics. Ivanovo: Neurosoft LLC, 2008. 216 p. (in Russ.)
13. Pavlov I.P. Selected works. Moscow: Eksmo, 2015. 733 p. (in Russ.)
14. Khodyrev G.N., Khlybova S.V., Tsikin V.I., Dmitrieva S.L. Methodological aspects of the analysis of temporal and spectral indices of heart rate variability (literature review). *Medical Newsletter of Vyatka*, 2011, no. 3-4, pp. 60–70. (in Russ.)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:
Артем Михайлович Котов-Смоленский – аспирант, старший преподаватель кафедры адаптологии и спортивной подготовки института естествознания и спортивных технологий, ГАОУ ВО МГПУ, Москва, e-mail: Kotov-SmolenskiiAM@mgpu.ru.
Елена Юрьевна Федорова – доктор биологических наук, профессор кафедры адаптологии и спортивной подготовки института естествознания и спортивных технологий, ГАОУ ВО МГПУ, Москва, e-mail: Fedorovaeyu@mgpu.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:
Artem M. Kotov-Smolenskij – Post-Graduate Student, Senior Lecturer of the Department of Adaptology and Sports Training, Institute of Natural Sciences and Sports Technologies, Moscow City University, Moscow, e-mail: Kotov-SmolenskiiAM@mgpu.ru.
Elena Yu. Fedorova – Doctor of Biological Sciences, Professor of the Department of Adaptology and Sports Training, Institute of Natural Sciences and Sports Technologies, Moscow City University, Moscow, e-mail: Fedorovaeyu@mgpu.ru.

Для цитирования: Котов-Смоленский, А. М. Изменчивость показателей функционального состояния центральной нервной системы при занятиях иммерсивной двигательной тренировкой / А. М. Котов-Смоленский, Е. Ю. Федорова // Современные вопросы биомедицины. – 2024. – Т. 8. – № 4(30). DOI: 10.24412/2588-0500-2024_08_04_8

For citation: Kotov-Smolenskij A.M., Fedorova E.Yu. Variability of indices of the functional state of the central nervous system during immersive motor training. *Modern Issues of Biomedicine*, 2024, vol. 8, no. 4(30). DOI: 10.24412/2588-0500-2024_08_04_8