

НЕЙРОЭРГОНОМИКА ТРУДА

Вестник Костромского государственного университета. Серия: Педагогика. Психология. Социокинетика. 2026. Т. 32, № 1. С. 120–125. ISSN 2073-1426

Vestnik of Kostroma State University. Series: Pedagogy. Psychology. Sociokinetics, 2026, vol. 32, no. 1, pp. 120–125.

ISSN 2073-1426

Научная статья

37.03.01. Организационная психология

УДК 331:004.8

EDN РСНВJB

<https://doi.org/10.34216/2073-1426-2026-32-1-120-125>

НЕЙРОЭРГОНОМИКА И НЕЙРОБОС В ОПТИМИЗАЦИИ УСЛОВИЙ ТРУДА В ЭПОХУ ИИ: ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ПРОЕКТИРОВАНИЮ РАБОЧИХ МЕСТ

Богачёва Раиса Александровна, старший преподаватель, Национальный исследовательский университет «Московский институт электронной техники», Зеленоград, Россия, raisa_bogacheva@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6322-1180>

Ефременкова Мария Николаевна, кандидат психологических наук, доцент, Национальный исследовательский университет «Московский институт электронной техники», Зеленоград, Россия, mnemema@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0201-5340>

Коньшев Владимир Анатольевич, генеральный директор группы компаний «Нейроботикс», v.konyshov@neurobotics.ru, <https://orcid.org/0009-0004-0576-2626>

Аннотация. В статье рассматриваются наиболее эффективные психофизиологические подходы к оптимизации трудовых процессов и их эволюция в сторону персонализированных человекоберегающих технологий. Проанализированы актуальные подходы проектирования эргономичной рабочей среды, созданной под влиянием нейронаук и технологий мониторинга активности головного мозга в режиме реального времени. Продемонстрированы результаты исследования различных способов нейромониторинга и их внедрения в системы управления человеческими ресурсами для профилактики профзаболеваний и повышения производительности трудящихся. Рассматриваются перспективы интеграции нейротехнологий в системы проектирования рабочих мест и создания адаптивных производственных сред.

Ключевые слова: нейроэргономика, эргономика, БОС, ЭЭГ, когнитивная нагрузка, психофизиологическое проектирование, оптимизация рабочих мест.

Для цитирования: Богачёва Р.А., Ефременкова М.Н., Коньшев В.А. Нейроэргономика и нейроБОС в оптимизации условий труда: психофизиологические подходы к проектированию рабочих мест // Вестник Костромского государственного университета. Серия: Педагогика. Психология. Социокинетика. 2026. Т. 32, № 1. С. 120–125. <https://doi.org/10.34216/2073-1426-2026-32-1-120-125>

Research Article

NEUROERGONOMICS AND NEUROFEEDBACK IN OPTIMIZING WORKING CONDITIONS IN THE AGE OF AI: PSYCHOPHYSIOLOGICAL APPROACHES TO WORKPLACE DESIGN

Raisa A. Bogacheva, senior lecturer, National research university of electronic technology, Zelenograd, Russia, raisa_bogacheva@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6322-1180>

Maria N. Efremenkova, PhD in Psychology, associate professor, National research university of electronic technology, Zelenograd, Russia, mnemema@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0201-5340>

Vladimir A. Konyshov, Chief Executive Officer of Neurobotics Company, v.konyshov@neurobotics.ru, <https://orcid.org/0009-0004-0576-2626>

Abstract. This article examines the most effective historical and contemporary psychophysiological approaches to optimizing work processes and their evolution toward personalized human-centered technologies. Current approaches to designing ergonomic work environments influenced by neuroscience and real-time brain activity monitoring technologies are analyzed. Research results on various neuromonitoring methods and their implementation in human resource management systems for occupational disease prevention and enhancement of worker productivity are demonstrated. Prospects for integrating neurotechnologies into workplace design systems and creating adaptive production environments are considered.

Keywords: neuroergonomics, ergonomics, biofeedback, EEG, cognitive load, psychophysiological design, workplace optimization.

For citation: Bogacheva R.A., Efremenkova M.N., Konyshov V.A. Neuroergonomics and Neurofeedback in optimizing working conditions in the age of AI: psychophysiological approaches to workplace design. Vestnik of Kostroma State University. Series: Pedagogy. Psychology. Sociokinetics, 2026, vol. 32, no. 1, pp. 120–125. <https://doi.org/10.34216/2073-1426-2026-32-1-120-125>

В связи с активным внедрением ИИ-систем и автоматизацией рабочих процессов условия труда в современном мире динамично меняются и требуют от специалистов и работодателей осознанного проектирования рабочей среды, что позволит сохранять здоровье сотрудников при максимальной производительности труда. В этом может помочь достаточно молодая междисциплинарная наука – нейроэргономика.

Нейроэргономика ставит перед собой задачи, ориентированные на оптимизацию взаимодействия человека и технологической среды через изучение мозговой активности и её связи с рабочими процессами. На данный момент актуальны исследования, посвященные нейромышечному контролю и координации, локальной и общей мышечной усталости, поддержанию бдительности и устойчивости внимания, переключению внимания и многозадачности, принятию решений «под давлением», коммуникации в критических ситуациях, взаимодействию в команде и групповому принятию решений и др.

Первым систематическим трудом по нейроэргономике стала книга «Neuroergonomics: The Brain at Work» под редакцией Р. Парасурамана, опубликованная в 2006 г. в Oxford University Press [Hancock]. Р. Парасураман, М. Риццо и их коллеги определяют нейроэргономику как науку о взаимодействии мозга и технологий на рабочем месте, направленную на рост производительности и снижение ошибок. Когнитивная усталость, стресс, отвлечение внимания и плохая ситуационная осведомленность являются основными причинами ошибок на работе, которые нейроэргономика может выявить заранее путем мониторинга когнитивных состояний с использованием различных современных технологий [Acevedo].

Нейроэргономическая оптимизация всегда неразрывно связана с технологическими возможностями. Кратко рассмотрим историю формирования данного научного направления:

– 1970–2000 гг. – подготовительный этап, в ходе которого появляется и совершенствуется инструментарий для исследования работы головного мозга (ЭЭГ, ПЭТ, фМРТ и т. д.). В 1979 г. Парасураман предлагает таксономию бдительности, закладывая основы для последующих нейроэргономических исследований в области авиации, медицины, военного дела и промышленной безопасности;

– 2000–2006 гг. – программа DARPA Augmented Cognition активно финансировала исследователь-

ские проекты по разработке адаптивных систем, управляемых нейрофизиологическими сигналами, что позволило привлечь много специалистов из смежных областей, полученные результаты вызвали интерес научной общественности. Глобальная задача этих исследований заключалась в том, чтобы система смогла автоматически изменять уровень автоматизации или перераспределять задачи при обнаружении когнитивной перегрузки оператора (прежде всего для нужд авиации и военных), большинство этих проектов получило дальнейшее развитие (например, современные самолеты содержат элементы адаптивных интерфейсов, восходящих к разработкам AugCog, системы предупреждения о микросне основаны на исследованиях программы и т. д.) [Committee]; в 2003 г. Парасураман ввел в научный оборот термин «нейроэргономика» [Neuroergonomics];

– 2010–2015 гг. – развитие портативных систем нейровизуализации (мобильные ЭЭГ, fNIRS); расширение возможности проведения исследований в полевых условиях; 2008 г. – публикация программной статьи Парасурамана и Уилсона «Putting the Brain to Work», призывающей к проведению нейроэргономических исследований в реальных условиях деятельности, рост числа публикаций по нейроэргономике в ведущих журналах («Journal of Human Factors», «NeuroImage», «Frontiers in Human Neuroscience» и др.);

– 2016–2020 гг. – в 2016 г. прошла Первая международная конференция по нейроэргономике в Париже, посвященная памяти Раджи Парасурамана. В 2020 г. состоялся запуск специализированного журнала «Frontiers in Neuroergonomics» с редакционной коллегией в лице ведущих мировых экспертов;

– 2020–2025 гг. – активное внедрение нейротехнологий в авиационные системы, медицинские учреждения, корпоративный сектор и т. д. Во время пандемии COVID-19 произошёл рост популярности удалённой работы, и развитие цифровых технологий привело к необходимости разработки рекомендаций по повышению продуктивности за счёт проектирования рабочей среды для тех, кто работает удалённо [Lee, Kim]. Сдерживающим фактором широкого внедрения являются уже не технические ограничения, а биологические, обходить которые помогают ИИ-системы, а также необходимость актуализации этических аспектов нейротехнологий, законодательного регулирования, вопросы защиты и приватности нейроданных и т. п.

Современная нейроэргономика не могла бы существовать как наука без быстрых и точных средств фиксации биологических сигналов человека, она использует методы нейрофизиологического исследования на реальных и моделируемых рабочих местах, используя методы ЭЭГ, МРТ, PET, ERP, трекинга глаз, ЭКГ, ЧСС и др. Поскольку исследования должны проводиться преимущественно в реальных трудовых условиях, основное внимание уделяется мобильным и полевым методам, а также интеграции нейроизмерений с классическими эргономическими подходами.

Наиболее проработанные сферы применения нейроэргономики со временем не изменились – это улучшение работы операторов сложных систем (в том числе авиационных, космических, подводных и т.д.). В современной авиации нейроэргономические исследования сосредоточены на мониторинге ментального утомления и сонливости пилотов, рабочих состояний, разработку контрмер для критических аспектов безопасности на рабочем месте или управления скоростью вождения на основе интерфейса мозг-компьютер [Neuroergonomics]. Нейрофидбек-тренинги показали эффективность в улучшении внимания и снижении стресса для повышения безопасности дорожного движения [Balconi, Crivelli, Angioletti].

В медицинской сфере нейроэргономические методы используются для контроля концентрации хирургов и применения БОС для восстановления пациентов. Интерфейсы мозг-компьютер могут служить средством взаимодействия с окружающим миром для больных с синдромом locked-in, а с помощью интерфейсов пациенты с двигательными нарушениями могли бы управлять роботизированными протезами, инвалидной коляской и прочими внешними техническими устройствами [Мокиенко, Черникова, Фролов: 46].

В области промышленного производства нейроэргономические подходы применяются для предотвращения ошибок и оптимизации рабочих мест. Например, исследования острого стресса у строительных рабочих с помощью признаков во временной и частотной областях показали возможности мониторинга эмоционального состояния этой категории рабочих как важного фактора, влияющего на безопасность на рабочем месте [Neuroergonomics].

Нейроэргономические исследования последних лет во многом посвящены изучению когнитивной нагрузки, влиянию на продуктивность стресса в сложных, динамично меняющихся средах. Например, в статье «fNIRS, EEG, ECG, and GSR reveal an effect of complex, dynamically changing environments on cognitive load, affective state, and performance, but not physiological stress» [Dybvik, Erichsen, Snider, Steinert] исследователи с помощью fNIRS, ЭЭГ, ЭКГ, ЭДА и субъективных самоотчетов изучали эффектив-

ность прохождения разных уровней игры в «Тетрис». Эксперименты показали, что когнитивная нагрузка увеличивается с ростом рабочей нагрузки и времени выполнения задачи, но может снижаться при очень высокой сложности вследствие утомления или когнитивного отключения [Unraveling]. Результаты обзорного исследования Чарльза и Никсона показали, что ни одна из физиологических характеристик сама по себе не позволяет определить уровень когнитивной нагрузки, например, на ЧСС одновременно влияют различные факторы, в том числе индивидуальный уровень стресса, индивидуальные различия и уровень адаптации к стрессу, что может объяснить нелинейную зависимость от умственной нагрузки.

Специальные задачи, которые ставятся перед нейроэргономикой в наши дни: когнитивная реабилитация в рабочей среде (восстановление исполнительных функций после травм или заболеваний, коррекция когнитивных нарушений, связанных с выгоранием и перегрузкой, нейрокогнитивные тренинги для повышения профессиональных компетенций), обучение персонала (оптимизация процессов профобучения на основе данных о мозговой активности, создание адаптивных обучающих систем, применение нейростимуляции (tDCS, TMS) для ускорения обучения, разработка VR/AR тренажеров с нейромониторингом, саморегуляция работника (разработка БОС-тренингов, подходов mindfulness (осознанности), системы раннего обнаружения стрессовых состояний, превентивные программы для профилактики психосоматических расстройств, нейроэтика (разработка этических норм использования нейротехнологий на рабочем месте, защита нейроданных работников, обеспечение прозрачности и согласия при нейромониторинге).

В работе «Биологическая обратная связь в профилактике стресса и эмоционального выгорания топ-менеджеров» Н.И. Зенцовой рассматривается использование ею вместе с коллегами БОС-тренингов (комбинация дыхательного тренинга совместно с ЭЭГ-БОС и ЭМГ-БОС) и доказывается повышение работоспособности топ-менеджеров [Зенцова: 24].

Важным событием для развития отечественной науки стала Первая всероссийская конференция «Нейроэргономика: Благополучие. Труд. Здоровье», которая проходила в Костромском государственном университете 16–17 октября 2025 г., объединившая в качестве участников не только ученых, но также представителей бизнеса и государственных структур.

Среди российских ученых вклад в развитие нейроэргономики привнесли специалисты из МГУ, ВШЭ, СПбГУ, Сеченовского университета, РУДН, КГУ, ННГУ, МИТУ-МАСИ, НИИ Медицины труда, ИП РАН, Института физиологии им. И.П. Павлова РАН, лаборатории нейрофизиологии РЖД, SberLabs и др.

Также стоит отметить вклад отечественных компаний в разработку и производство специфического оборудования для проведения нейроэргономических исследований: ГК «Нейроботикс», ООО «Медицинские Компьютерные Системы», ООО «Нейротренд», ООО «Нейротех», ООО «Нейрософт», ООО «Персона» и др.

Такие организации, как ИК «ВЕЛЕС Капитал», РЖД, Росатом, Сибур, МФЦ и др. активно внедряют нейротехнологии для помощи сотрудникам. Центры Московского долголетия при поддержке ФМБА РФ встраивают нейротренинги в свои программы по поддержанию активного долголетия. Значимую поддержку при проведении различных просветительских мероприятий оказывают Нейронет, Фонд ФРОНТ-МЕД, Совкомбанк.

Перспективы развития нейроэргономики в эпоху ИИ в ближайшее десятилетие: персонализация рабочих мест и кооперация с интеллектуальными ассистентами, смещение фокуса внимания исследователей с индивидуального оператора на изучение командной и организационной динамики, расширение сфер использования результатов исследований критических систем (авиация, медицина) к повседневным рабочим и образовательным средам, развитие международных стандартов регулирования нейротехнологий в законодательном и этическом контекстах.

Согласно методологии ТРИЗ (теория решения изобретательских задач), место для работы, приближенное к идеальному, должно стать активной системой, адаптирующейся к потребностям человека, где вместо множества отдельных приборов и дисплеев создается интегрированная система, в которой все функции встроены в единый интерфейс, вместо крупных видимых органов управления будут использоваться микро-сенсоры, регистрирующие движения глаз, жесты, ЭЭГ-сигналы, сердцебиение, кожно-гальваническую реакцию и т. д., она вписывается в окружающее пространство и др. [Рубин, Сысоев, Рубина].

В более отдаленной перспективе человек, техника и рабочая среда максимально соединятся во что-то единое («эволюция движется в направлении исчезновения интерфейса» [Hancock]) – художественные произведения научных фантастов уже давно рисуют нам эти сценарии, где люди – киборги, а «правильным миром» правит сверхразум («Матрица», «Я, робот», «Терминатор», «Репликанты», «Невидимый враг» и т. д.), степень гуманности мира будущего зависит в том числе и от того, как уже сейчас используются и развиваются технологии, от тех этических принципов, которыми руководствуются ученые, разработчики и те, кто внедряют технологии в массы.

Хэнкок подчёркивает: основатель нейроэргономики Парасураман осознавал риски своих открытий. Он предостерегал от чрезмерной скорости воплоще-

ния мыслей в действия без проверок последствий, а также от чтения мыслей – технически достижимого вызова, требующего этической ответственности [Hancock].

Нейроэргономика открывает новые горизонты для гармонизации человека и технологий в условиях цифровизации труда, минимизируя когнитивную усталость, стресс и ошибки через мониторинг мозговой активности и адаптивные системы. В перспективе ближайшего десятилетия ожидается персонализация рабочих пространств с ИИ-ассистентами, переход к анализу командной динамики и расширение применения в повседневные и образовательные среды, с акцентом на этические стандарты и защиту данных. Это позволит создать устойчивые, продуктивные рабочие экосистемы, интегрирующие нейротехнологии в глобальные практики.

Список литературы

Зенцова Н.И. Биологическая Обратная Связь в профилактике стресса и эмоционального выгорания топ-менеджеров // Психология и Психотехника. 2024. № 1. С. 24–35. <https://doi.org/10.7256/2454-0722.2024.1.69806>.

Мокиенко О.А., Черникова Л.А., Фролов А.А. Интерфейс мозг-компьютер как новая технология нейрореабилитации // Анналы клинической и экспериментальной неврологии. 2011. Т. 5, № 3. С. 46–52.

Рубин М.С., Сысоев С.С., Рубина Н.В. ТРИЗ и искусственный интеллект: стратегия интеграции // КиберЛенинка. 2025. <https://doi.org/10.48612/cyberleninka>. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/triz-i-iskusstvennyu-intellekt-strategiya-integratsii> (дата обращения: 06.10.2025).

Acevedo Noboa A. Neuroergonomics applied to construction: Preventing human error to protect health and safety of high-risk workers. *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 2025, vol. 26, no. 3, pp. 1166–1170. <https://doi.org/10.30574/wjarr.2025.26.3.2316>.

Balconi M., Crivelli D., Angioletti L. Efficacy of a Neurofeedback Training on Attention and Driving Performance: Physiological and Behavioral Measures. *Frontiers in Neuroscience*, 2019, vol. 13, article 996. <https://doi.org/10.3389/fnins.2019.00996>.

Blackmore K.L., Smith S.P., Bailey J.D., Krynski B. Integrating Biofeedback and Artificial Intelligence into eXtended Reality Training Scenarios: A Systematic Literature Review. *Simul Gaming*, 2024, vol. 55, p. 10468781241236688.

Committee on Opportunities in Neuroscience for Future Army Applications. *Improving Cognitive and Behavioral Performance: Opportunities in Neuroscience for Future Army Applications*. Washington (DC), The National Academies Press, 2008, 354 p.

Dybvik H., Erichsen C.K., Snider C., Steinert M. fNIRS, EEG, ECG, and GSR reveal an effect of complex, dynamically changing environments on cognitive load, affective state, and performance, but not physiological stress. *Frontiers in Human Neuroscience*, 2025, vol. 19, article 1459653. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2025.1459653>.

Endzelytė E., Petruševičienė D., Kubilius R., Mingaila S., Rapolienė J., Rimdeikienė I. Integrating Brain-Computer Interface Systems into Occupational Therapy for Enhanced Independence of Stroke Patients: An Observational Study. *Medicina (Kaunas)*, 2025, vol. 61, no. 5, article 932. <https://doi.org/10.3390/medicina61050932>.

Hancock P.A. Neuroergonomics: Where the Cortex Hits the Concrete. *Front Hum Neurosci*, 2019, Apr 12, no. 13:115. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2019.00115>. PMID: 31031608; PMCID: PMC6474394.

Lee K.T., Kim J.H. Relationship between psychophysiological indicators and task performance under various indoor space designs for telecommuting environment by introducing mixed-reality. *Sci Rep.*, 2024, Jan 23, no. 14:1977. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-52291-1>. PMID: 38263203; PMCID: PMC10805844.

Mahdavi N., Tapak L., Darvishi E., Kurd N., Mirzaei K. Unraveling the interplay between mental workload, occupational fatigue, physiological responses and cognitive performance in office workers. *Scientific Reports*, 2024, vol. 14, article 17866. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-68889-4>.

Parasuraman R., Rizzo M. (Eds.) *Neuroergonomics: The Brain at Work*. Oxford, Oxford University Press, 2007, 534 p. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780195313376.001.0001>.

Rahman M.A., Brown D.J., Mahmud M., Harris M., Shopland N., Heym N. et al. Enhancing biofeedback-driven self-guided virtual reality exposure therapy through arousal detection from multimodal data using machine learning. *Brain Inform*, 2023, vol. 10, p. 14.

Tursunbayeva A., Pagliari C., Di Lauro S., Antonelli G. Neuroscience tools at work: approaches to use across the employee lifecycle. *Personnel Review*, 2025, vol. 54, no. 2, pp. 365–390. <https://doi.org/10.1108/PR-07-2024-0665>.

Wascher E., Reiser J., Rinkenauer G., Larrá M., Dreger F.A., Schneider D., Karthaus M., Getzmann S., Gutberlet M., Arnau S. Neuroergonomics on the go: an evaluation of the potential of mobile EEG for workplace assessment and design. *Hum Factors*, 2023, Feb., no. 65 (1), pp. 86–106. <https://doi.org/10.1177/00187208211007707>. Epub 2021 Apr 16. PMID: 33861182; PMCID: PMC9846382.

References

Mokienko O.A., Chernikova L.A., Frolov A.A. *Interfejs mozg-komp'yuter kak novaya texnologiya nejrorea-*

bilitatii [Brain-Computer Interface as a New Technology of Neurorehabilitation]. *Annaly` klinicheskoy i e`ksperimental'noj nevrologii* [Annals of Clinical and Experimental Neurology], 2011, vol. 5, no. 3, pp. 46–52. (In Russ.)

Rubin M.S., Sysoev S.S., Rubina N.V. *TRIZ i iskusstvenny`j intellekt: strategiya integracii* [TRIZ and Artificial Intelligence: Integration Strategy]. *KiberLeninka* [CyberLeninka], 2025. <https://doi.org/10.48612/cyberleninka>. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/triz-i-iskusstvenny-intellekt-strategiya-integratsii> (access date: 06.10.2025). (In Russ.)

Zentsova N.I. *Biologicheskaya Obratnaya Svyaz` v profilaktike stressa i e`mocional'nogo vy`goraniya topmenedzherov* [Biofeedback in the Prevention of Stress and Emotional Burnout among Top Managers]. *Psixologiya i Psixotexnika* [Psychology and Psychotechnics], 2024, no. 1, pp. 24–35. <https://doi.org/10.7256/2454-0722.2024.1.69806>. (In Russ.)

Acevedo Noboa A. Neuroergonomics applied to construction: Preventing human error to protect health and safety of high-risk workers. *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 2025, vol. 26, no. 3, pp. 1166–1170. <https://doi.org/10.30574/wjarr.2025.26.3.2316>.

Balconi M., Crivelli D., Angioletti L. Efficacy of a Neurofeedback Training on Attention and Driving Performance: Physiological and Behavioral Measures. *Frontiers in Neuroscience*, 2019, vol. 13, article 996. <https://doi.org/10.3389/fnins.2019.00996>.

Blackmore K.L., Smith S.P., Bailey J.D., Krynski B. Integrating Biofeedback and Artificial Intelligence into eXtended Reality Training Scenarios: A Systematic Literature Review. *Simul Gaming*, 2024, vol. 55, p. 10468781241236688.

Committee on Opportunities in Neuroscience for Future Army Applications. *Improving Cognitive and Behavioral Performance: Opportunities in Neuroscience for Future Army Applications*. Washington (DC), The National Academies Press, 2008, 354 p.

Dybvik H., Erichsen C.K., Snider C., Steinert M. fNIRS, EEG, ECG, and GSR reveal an effect of complex, dynamically changing environments on cognitive load, affective state, and performance, but not physiological stress. *Frontiers in Human Neuroscience*, 2025, vol. 19, article 1459653. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2025.1459653>.

Endzelytė E., Petruševičienė D., Kubilius R., Mingaila S., Rapolienė J., Rimdeikienė I. Integrating Brain-Computer Interface Systems into Occupational Therapy for Enhanced Independence of Stroke Patients: An Observational Study. *Medicina (Kaunas)*, 2025, vol. 61, no. 5, article 932. <https://doi.org/10.3390/medicina61050932>.

Hancock P.A. Neuroergonomics: Where the Cortex Hits the Concrete. *Front Hum Neurosci*, 2019, Apr 12, no. 13:115. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2019.00115>. PMID: 31031608; PMCID: PMC6474394.

Lee K.T., Kim J.H. Relationship between psychophysiological indicators and task performance under various indoor space designs for telecommuting environment by introducing mixed-reality. *Sci Rep.*, 2024, Jan 23, no. 14:1977. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-52291-1>. PMID: 38263203; PMCID: PMC10805844.

Mahdavi N., Tapak L., Darvishi E., Kurd N., Mirzaei K. Unraveling the interplay between mental workload, occupational fatigue, physiological responses and cognitive performance in office workers. *Scientific Reports*, 2024, vol. 14, article 17866. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-68889-4>.

Parasuraman R., Rizzo M. (Eds.) *Neuroergonomics: The Brain at Work*. Oxford, Oxford University Press Publ., 2007, 534 p. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780195313376.001.0001>.

Rahman M.A., Brown D.J., Mahmud M., Harris M., Shopland N., Heym N. et al. Enhancing biofeedback-driven self-guided virtual reality exposure therapy through arousal detection from multimod-

al data using machine learning. *Brain Inform*, 2023, vol. 10, pp. 14.

Tursunbayeva A., Pagliari C., Di Lauro S., Antonelli G. Neuroscience tools at work: approaches to use across the employee lifecycle. *Personnel Review*, 2025, vol. 54, no. 2, pp. 365–390. <https://doi.org/10.1108/PR-07-2024-0665>.

Wascher E., Reiser J., Rinkenauer G., Larará M., Dreger F.A., Schneider D., Karthaus M., Getzmann S., Gutberlet M., Arnau S. Neuroergonomics on the go: an evaluation of the potential of mobile EEG for workplace assessment and design. *Hum Factors*, 2023, Feb., no. 65 (1), pp. 86–106. <https://doi.org/10.1177/00187208211007707>. Epub 2021 Apr 16. PMID: 33861182; PMCID: PMC9846382.

Статья поступила в редакцию 10.11.2025; одобрена после рецензирования 21.12.2025; принята к публикации 21.12.2025.

The article was submitted 10.11.2025; approved after reviewing 21.12.2025; accepted for publication 21.12.2025.