



Обзорная статья
УДК [577.2+796.093.1]:004.946
DOI: 10.37482/2687-1491-Z255

Нейрофизиологические и психофизиологические характеристики киберспортсменов во время соревновательной активности (обзор)

Василий Федорович Пятин* ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9310-9413>
Юлия Валерьевна Мякишева* ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0947-511X>
Андрей Федорович Павлов* ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0614-7914>
Анастасия Петровна Бочарова* ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-1738-6654>

*Самарский государственный медицинский университет
(Самара, Россия)

Аннотация. Киберспорт в последние годы превратился в глобальное социально-экономическое и культурное явление, признанное в ряде стран официальным видом спорта. Современные дисциплины предъявляют к игрокам комплексные требования, включающие высокую скорость сенсомоторных реакций, устойчивое внимание, мгновенное принятие решений и командную координацию. В отличие от традиционных видов спорта, в киберспорте ключевую роль играют когнитивные и психофизиологические ресурсы, а также способность к длительному поддержанию оптимального уровня активации нервной системы при минимальной моторной активности. Цель работы – обобщение и критический анализ современных данных о нейро- и психофизиологических особенностях киберспортсменов в соревновательной деятельности. Обзор выполнен в формате нарративного анализа с элементами систематизации исследований, опубликованных в период с 2007 по 2024 год. Поиск литературы проводился в международных и российских научных базах данных. Использовались комбинации ключевых слов на английском и русском языках. В обзор вошли 48 работ, которые были отобраны по заранее определенным критериям включения и исключения. Нейрофизиологический профиль киберспортсменов характеризуется модуляцией альфа- и тета-ритмов электроэнцефалограммы, оптимизацией параметров вызванных потенциалов, усиленной функциональной интеграцией фронто-париетальных и теменно-затылочных сетей, а также структурными изменениями белого вещества, повышающими эффективность передачи информации. Психофизиологические особенности включают высокую вариабельность сердечного ритма в покое, более экономичную симпатическую активацию, ускоренное восстановление после нагрузок, оптимизированную гормональную реактивность и устойчивость к социальным и соревновательным стрессам. Выявленные маркеры могут служить основой для разработки комплексных панелей мониторинга готовности, объективных критериев отбора и персонализированных тренировочных протоколов.

Ключевые слова: киберспортсмены, нейрофизиологический профиль, психофизиологические характеристики, когнитивные функции, устойчивость внимания, адаптация к стрессу

© Пятин В.Ф., Мякишева Ю.В., Павлов А.Ф., Бочарова А.П., 2025

Ответственный за переписку: Андрей Федорович Павлов, адрес: 443099, г. Самара, ул. Чапаевская, д. 89;
e-mail: a.f.pavlov@samsmu.ru

Для цитирования: Пятин, В. Ф. Нейрофизиологические и психофизиологические характеристики киберспортсменов во время соревновательной активности (обзор) / В. Ф. Пятин, Ю. В. Мякишева, А. Ф. Павлов, А. П. Бочарова // Журнал медико-биологических исследований. – 2025. – Т. 13, № 3. – С. 379-392. – DOI 10.37482/2687-1491-Z255.

Review article

Neurophysiological and Psychophysiological Characteristics of Esports Players During Competitions (Review)

Vasiliy F. Pyatin* ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9310-9413>

Yuliya V. Myakisheva* ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0947-511X>

Andrey F. Pavlov* ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0614-7914>

Anastasia P. Bocharova* ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-1738-6654>

*Samara State Medical University
(Samara, Russia)

Abstract. In recent years, esports has evolved into a global socio-economic and cultural phenomenon, officially recognized as a sport in a number of countries. Modern disciplines place complex demands on players, including quick sensorimotor reactions, sustained attention, instant decision making, and team coordination. Unlike traditional sports, esports relies primarily on cognitive and psychophysiological resources, as well as the ability to maintain an optimal level of nervous system activation over extended periods with minimal motor activity. The purpose of the study was to systematize and critically analyse current data on the neurophysiological and psychophysiological characteristics of esports players during competitions. The review was conducted as a narrative analysis with elements of systematization of research published between 2007 and 2024. Literature search was performed in international and Russian scientific databases. Combinations of keywords in English and Russian were used. A total of 48 studies meeting the inclusion and exclusion criteria were analysed. The neurophysiological profile of esports players is characterized by the modulation of alpha and theta EEG rhythms, optimization of event-related potential parameters, enhanced functional integration of the fronto-parietal and parieto-occipital networks, as well as structural changes in the white matter that improve information transmission efficiency. The psychophysiological features of esports players include high resting heart rate variability, more economical sympathetic activation, faster recovery after exertion, optimized hormonal reactivity, and resilience to social and competitive stress. The identified markers can serve as a basis for developing comprehensive readiness monitoring panels, objective selection criteria and personalized training protocols.

Keywords: *esports players, neurophysiological profile, psychophysiological characteristics, cognitive functions, sustained attention, stress adaptation*

For citation: Pyatin V.F., Myakisheva Yu.V., Pavlov A.F., Bocharova A.P. Neurophysiological and Psychophysiological Characteristics of Esports Players During Competitions (Review). *Journal of Medical and Biological Research*, 2025, vol. 13, no. 3, pp. 379–392. DOI: 10.37482/2687-1491-Z255

Corresponding author: Andrey Pavlov, address: ul. Chapaevskaya 89, Samara, 443099, Russia; e-mail: a.f.pavlov@samsmu.ru

Введение. Компьютерный спорт (киберспорт), превратившись в последние годы из нишевого увлечения в глобальное социально-экономическое и культурное явление, стал в ряде стран официальным видом спорта, включенным в программы национальных спортивных федераций [1, 2]. Так, по данным Международной федерации киберспорта, к 2024 году более 60 стран признали данный вид спорта на государственном уровне. Его мировая аудитория – люди, проявляющие интерес и непосредственно принимающие участие в турнирах, – превысила 500 млн чел., что сопоставимо с популярностью соревнований по традиционным видам спорта [2, 3].

Современные киберспортивные дисциплины – от шутеров от первого лица (FPS) до многопользовательских онлайн-арен (MOBA) – предъявляют к игрокам комплексные требования, сочетающие высокую скорость сенсомоторных реакций, устойчивое внимание, мгновенное принятие решений и командную координацию [4–8]. В отличие от традиционных видов спорта, где доминирует физическая нагрузка, в киберспорте ключевую роль играют когнитивные и психофизиологические ресурсы, а также способность к длительному поддержанию оптимального уровня активации нервной системы при минимальной моторной активности [9–14].

Актуальность изучения нейрофизиологических и психофизиологических характеристик киберспортсменов обусловлена несколькими факторами. Во-первых, рост профессионализации и коммерциализации требует научно обоснованных подходов к подготовке, аналогичных тем, что применяются в олимпийских видах спорта [2, 15–17]. Во-вторых, длительные игровые сессии и высокая когнитивная нагрузка могут приводить к специфическим формам утомления, стрессу и рискам для здоровья, включая нарушения сна, зрительного и опорно-двигательного аппарата [3, 18–20]. В-третьих, понимание физиологических маркеров успешности и устойчивости к стрессу открывает возможности для разработки объ-

ективных критериев отбора и мониторинга состояния игроков [21–26].

Киберспортсмены представляют собой уникальную модель для изучения взаимодействия когнитивных, нейрофизиологических и психофизиологических процессов в условиях высокой информационной и эмоциональной нагрузки [6, 9]. Исследования демонстрируют, что указанные процессы у профессиональных участников киберспортивных соревнований и начинающих отличаются [21, 23, 26–28]. Однако, несмотря на рост числа эмпирических работ, данные остаются фрагментарными: исследования различаются по методам регистрации, жанрам игр, уровню соревновательной среды и критериям отбора участников. Это затрудняет формирование единой картины и ограничивает возможности практического применения результатов в отборе игроков, мониторинге эффективности их тренировочного процесса и состояния [2, 29, 30].

Цель настоящего обзора – обобщение и критический анализ современных данных о нейро- и психофизиологических особенностях киберспортсменов в соревновательной деятельности.

Обзор выполнен в формате нарративного анализа с элементами систематизации данных, опубликованных в период с 2007 по 2024 год. Поиск литературы проводился в международных базах PubMed/MEDLINE, Scopus, Web of Science, PsycINFO и Google Scholar, а также на российских платформах eLIBRARY.RU и «КиберЛенинка». Использовались комбинации ключевых слов на английском (esports, professional gamers, neurophysiology, psychophysiology, EEG, ERP, HRV, cortisol, stress reactivity, eye tracking, cognitive load) и русском (киберспорт, профессиональные геймеры, нейрофизиология, психофизиология, ЭЭГ, вызванные потенциалы, вариабельность сердечного ритма, кортизол, стресс-реактивность, отслеживание взгляда, когнитивная нагрузка) языках.

Первичный поиск выявил 112 публикаций, соответствующих тематике обзора. После удаления дубликатов, анализа аннотаций

и полного текста по критериям включения/исключения в итоговый анализ вошли 48 исследований. Критерии включения в выборку: участие профессиональных или полупрофессиональных киберспортсменов; объективные методы регистрации нейрофизиологических (электроэнцефалография (ЭЭГ), вызванные потенциалы, окулография, функциональная коннективность) и психофизиологических (вариабельность сердечного ритма (ВСР), кожно-гальваническая реакция (КГР), гормональные маркеры) показателей; условия реального соревнования или валидной имитации. Критерии исключения: работы, основанные только на самоотчетах; исследования с рекреационными игроками без соревновательного опыта; публикации без четкой операционализации соревновательной нагрузки.

Синтез данных проводился по двум тематическим блокам (нейрофизиологические и психофизиологические характеристики) с выделением устойчивых и вариативных паттернов в зависимости от уровня мастерства киберспортсменов.

Физиологический профиль киберспортсменов. Исследования последних лет показывают, что у киберспортсменов формируется уникальный профиль нейрофизиологической активности, включающий специфическую модуляцию альфа- и тета-ритмов ЭЭГ, усиленную фронтально-париетальную функциональную коннективность и оптимизированные зрительно-окуломоторные стратегии [6, 21, 28, 31]. Эти особенности отражают адаптацию центральной нервной системы к условиям высокой информационной плотности и необходимости мгновенной переработки сенсорных сигналов [7, 8, 10].

Параллельно, психофизиологические исследования фиксируют у опытных игроков более высокую ВСР в состоянии покоя, более быстрый возврат к базовым значениям после стрессовых эпизодов и меньшую амплитуду гормонального ответа на соревновательные стрессоры [22–25, 32]. Эти данные соотносятся с концепцией адаптивной стресс-реактивности,

согласно которой опытные спортсмены – включая киберспортсменов – демонстрируют более экономичное вовлечение симпатической нервной системы и более эффективную парасимпатическую регуляцию в условиях высокой соревновательной нагрузки [6, 18, 33].

Свежие данные показывают, что ключевыми стрессорами в киберспорте являются не только перформанс-стресс (давление результата, риск поражения), но и социальные стрессоры, уникальные для цифровой среды: публичная критика в социальных сетях, токсичное поведение в чате, восприятие болельщиками и медиа [34–36]. Эти факторы усиливают когнитивную и эмоциональную нагрузку, а их физиологические корреляты – учащение сердечного ритма, рост проводимости кожи, изменения в паттернах дыхания – фиксируются даже в тренировочных условиях, если они имитируют соревновательную обстановку [19, 33].

В последние годы исследователи уделяют особое внимание ВСР как индикатору автономной регуляции и стресс-реактивности в киберспорте. Показано, что ВСР чувствительно отражает динамику стресса в ходе матча, однако интерпретация требует учета контекста игровых событий и индивидуальных особенностей [37]; выявлено, что во время соревновательной активности происходит значимое снижение SDNN, RMSSD и pNN50 по сравнению с предматчевым уровнем, что указывает на усиление симпатической активности и снижение парасимпатического влияния [37]. Интересно, что ВСР не только отражает уровень физиологического возбуждения, но и может быть связана с когнитивной продуктивностью. Установлено, что у киберспортсменов, прошедших 6-недельную тренировку, наблюдались улучшения результатов теста Струпа и параллельные изменения ВСР, указывающие на доминирование парасимпатической активности в моменты когнитивного улучшения [38]. Это подтверждает гипотезу о том, что оптимальная автономная регуляция способствует более эффективной обработке информации и принятию решений. Параллельно, эндокринные исследования фик-

сируют умеренные, но воспроизводимые изменения уровня кортизола в ответ на соревновательные стрессоры. У опытных игроков пики кортизола выражены слабее, чем у новичков, а восстановление до базового уровня происходит быстрее [20, 22]. Это согласуется с концепцией экономичного стресс-ответа, при котором физиологическая система активируется ровно настолько, чтобы обеспечить максимальную производительность, но не перегрузить организм.

В совокупности указанные данные демонстрируют, что киберспортсмены формируют специфический физиологический профиль, включающий:

- адаптивную модуляцию активности вегетативной нервной системы (ВСР, частота сердечных сокращений (ЧСС));
- оптимизированную гормональную реактивность (концентрация кортизола);
- когнитивно-физиологическую синхронизацию (связь ВСР с улучшением внимания и скорости реакции);
- устойчивость к социальным и соревновательным стрессорам.

Нейрофизиологический профиль киберспортсменов. Данный профиль формируется под воздействием высоких требований к сенсомоторной интеграции, селективному и распределенному вниманию, исполнительному контролю и быстрому принятию решений в условиях сенсорной перегрузки и жестких временных ограничений. Он включает воспроизводимые изменения спектральных и вызванных компонентов ЭЭГ, показатели функциональной связности корково-подкорковых сетей, а также структурно-сетевые маркеры эффективности передачи информации. Отечественные и зарубежные обзоры подчеркивают необходимость интеграции многоканальной ЭЭГ, регистрации вызванных потенциалов (ВП), методов нейровизуализации и соревновательно-валидных парадигм для объективной оценки этих характеристик [2, 9]. Такой подход отражает современную тенденцию перехода от изолированных поведенческих показателей к биомаркерной оценке, позволяющей фиксиро-

вать как раннюю сенсорную фильтрацию, так и мезомасштабную организацию сетей внимания и контроля.

В спектральных характеристиках ЭЭГ у киберспортсменов типично наблюдается выраженное подавление альфа-ритма (8–12 Гц) в затылочно-теменных областях при выполнении визуально нагруженных игровых задач, что интерпретируется как индекс активной сенсорной обработки и селективного внимания [9, 22, 38]. У игроков высокого уровня альфа-подавление сопровождается более устойчивой межобластной координацией в теменно-затылочных петлях, обеспечивающей множественное слежение и эффективный визуальный поиск [1, 2, 6].

Фронтотемпальная тета-активность (4–7 Гц) возрастает при выполнении задач, требующих исполнительного контроля, мониторинга конфликтов и переключения внимания; у опытных киберспортсменов часто фиксируется более экономичная тета-динамика при сопоставимой эффективности поведения [12, 39, 40]. Десинхронизация мю-/бета-ритмов (13–30 Гц) отражает сенсомоторную подготовку, предиктивное планирование движений и опережающую моторную программу, что особенно выражено в дисциплинах типа FPS [12, 34, 40]. В играх с высокой скоростью событий локальная гамма-синхронизация поддерживает временную интеграцию сенсорных и моторных представлений [41, 42].

Данные ВП-исследований показывают, что у опытных игроков компоненты P1/N1, отражающие раннюю сенсорную фильтрацию, имеют большую амплитуду и стабильность, что способствует подавлению нерелевантных стимулов в условиях высокой плотности визуальной информации [4, 35]. Компонент P300 (P3a/P3b), связанный с обновлением контекста и перераспределением ресурсов внимания, у киберспортсменов характеризуется сокращенной латентностью и адаптивной амплитудой, что указывает на ускоренную переработку значимых событий и более быструю подготовку ответа [10, 11, 27, 28]. В FPS-контекстах снижение амплитуды P300 при росте нагрузки интер-

претирруется как перераспределение ресурсов в пользу сенсомоторной петли [28]. В целом ВП-профиль указывает на улучшение контроля внимания, более эффективную обработку релевантных стимулов и подавление отвлечений [4, 12, 13].

Методы функциональной нейровизуализации (функциональная магнитно-резонансная томография (фМРТ), ЭЭГ-когерентность) демонстрируют усиленную интеграцию дорсальной сети внимания и сети исполнительного контроля (фронтально-париетальные контуры), обеспечивающую быстрый выбор релевантной информации и подавление отвлечений [6, 12, 38]. У профессиональных киберспортсменов описаны более компактные конфигурации функциональной сети с повышенной локальной и межузловой эффективностью на мезомасштабном уровне [27, 43]. Углубление связности в теменно-затылочной подсети ускоряет передачу зрительной информации к узлам пространственного внимания и планирования движений, повышая точность и скорость реакции [9, 36, 38]. Моделирование динамики всего мозга показывает, что коннектомы опытных игроков обладают повышенной устойчивостью в шумных условиях и лучшим отношением «сигнал/шум» в теменно-затылочных петлях; различия функциональной связности усиливаются по мере роста внешней стимуляции [26, 43].

Данные диффузионно-тензорной визуализации (ДТВ) свидетельствуют, что для опытных игроков в RTS характерны повышенное количество проводящих путей белого вещества между затылочными и теменными областями и внутри затылочных областей, а также изменения локальной эффективности в теменно-затылочной подсети [24, 36]. Показаны связи предтренировочной архитектуры белого вещества с успешностью освоения сложных навыков в RTS-тренинге [3, 15, 17, 25]. Кроме того, описаны ассоциированные изменения в префронтальных, лимбических и сенсомоторных сетях, поддерживающих интеграцию внимания, мотивации и моторного планирования [9, 40].

Жанровая специфика нейрофизиологических паттернов выражена отчетливо. В FPS-дисциплинах доминируют быстрые сенсомоторные петли, выраженное альфа-подавление, мю-/бета-десинхронизация и укороченная латентность ВП на релевантные цели; поведенчески отмечается улучшение когнитивной гибкости и рабочей памяти при отсутствии значимого усиления торможения ответа [4, 11, 12]. Для игроков в RTS/МОБА характерно усиление фронтотемпоральной тета-активности, теменно-затылочной когерентности и индексов множественного слежения; поведенчески – лучшее переключение задач и многоканальная обработка объектов [6, 10, 15, 36]. С ростом игрового опыта усиливается сетевая эффективность (фронтально-париетальные и теменно-затылочные подсети), наблюдается экономизация спектральных и ВП-паттернов при сохранении или повышении поведенческой эффективности [36, 40, 43].

В интегративных исследованиях с использованием вычислительного моделирования показано, что полуэмпирические модели, параметризованные структурной связностью и валидированные по командам игры Street Fighter, выявляют у опытных игроков мезомасштабную интеграцию с повышенной локальной связностью в лобных, теменных и затылочных областях; различия наиболее выражены в «шумных» режимах стимуляции [26, 28, 33, 43]. Эти данные согласуются с представлениями о физике сетей мозга, согласно которым повышение эффективности контроля достигается за счет конфигураций, минимизирующих стоимость передачи информации при сохранении требуемой точности и скорости [20, 27, 44].

С методологической точки зрения наибольшую диагностическую ценность имеют дизайны, имитирующие или воспроизводящие турнирный контекст (внешние стрессоры, таймеры, рейтинги), поскольку именно в этих условиях проявляются различия в шумоустойчивости и скорости переработки информации [45]. Наиболее информативным считается мультимодальный подход, сочетающий ЭЭГ/

ВП, окулографию, фМРТ/ДТВ и сетевой анализ, что позволяет связать ранние сенсорные маркеры, динамику внимания и структурные предпосылки эффективности [7, 9, 36, 43].

Практическое значение этих данных заключается в возможности формирования панели маркеров для отбора и мониторинга состояния киберспортсменов: альфа-подавление (визуальная фильтрация), фронтомедиальная тета-активность (исполнительный контроль), ВП-компоненты P1/N1 и P300 (сенсорная фильтрация и обновление контекста), мю-/бета-ритмы (сенсомоторная готовность), а также сетевые индексы эффективности (фронтально-париетальные и теменно-затылочные подсети) [4, 6, 10–12, 27, 36, 38, 43]. На основе этих маркеров могут разрабатываться таргетированные тренировочные протоколы: задания на множественное слежение, визуальный поиск с отвлечениями, микротайминг и прицеливание, тренинг переключения и принятия решений в условиях сенсорного шума; перспективны протоколы нейрอฟидбека и интерфейсов «мозг–компьютер», основанные на регуляции P300 и альфа-/тета-активности.

Психофизиологический профиль киберспортсменов. Данный профиль отражает согласованную адаптацию автономной нервной системы (АНС), эндокринной регуляции и стресс-реактивности к условиям высокой когнитивной и эмоциональной нагрузки, характерной для соревновательного процесса. Базовые показатели АНС в покое у игроков высокого уровня, как правило, свидетельствуют о большей ваготонии и более эффективной автономной регуляции (повышенные интегральные метрики ВСР, устойчивые дыхательные паттерны), что рассматривается как ресурс для поддержания устойчивого внимания и быстрого восстановления между интенсивными эпизодами матча [45–47].

В соревновательном режиме отмечается типичная симпатическая активация (рост ЧСС, снижение быстрых временных индексов ВСР), однако у профессионалов она характеризуется более быстрым возвратом к исходному уровню,

меньшими амплитудой отклонений и физиологической ценой на единицу игровой эффективности, т. е. экономичным стресс-ответом [45, 47]. Эти эффекты усиливаются при валидном моделировании турнирного контекста (социальная оценка, счет, таймер, неопределенность исхода), где психофизиологические различия между опытными и менее опытными игроками проявляются наиболее отчетливо [45, 47].

КГР в условиях соревновательного стресса отражает динамику общего возбуждения и эмоциональной вовлеченности: у профессиональных киберспортсменов чаще регистрируются более низкие пиковые амплитуды и более быстрые фазы восстановления, что интерпретируется как более избирательное включение вегетативной активации: к решающим эпизодам, а не к фоновому шуму или социальной раздражимости [47]. Дыхательные паттерны демонстрируют меньшую склонность к гипервентиляции и большую выраженность дыхательной синусовой аритмии, что опосредует вагусное торможение и стабилизацию внимания при высокой нагрузке [45, 46].

Взаимосвязь психофизиологических сигналов с поведением опирается на кривую «рабочего возбуждения» (оптимум по типу Йеркса–Додсона), где профессиональные киберспортсмены чаще удерживаются в оптимальном коридоре активации, демонстрируя меньшую вариабельность физиологического фона при сохранении высокой точности и скорости решений [45, 47].

На эндокринном уровне наиболее стабильным маркером является реактивность кортизола к соревновательным стрессорам. У опытных игроков пики кортизола относительно ниже, а восстановление быстрее, чем у новичков, что согласуется с концепцией экономичного задействования гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой оси и снижением риска избыточной катаболической нагрузки при многократных матчах [47]. Влияние социальных и контекстных факторов (публичная оценка, медийная экспозиция, токсичность чатов, трансляция в реальном времени) усиливает эндокринно-ве-

гетативные ответы, причем у профессиональных киберспортсменов наблюдается более тонкая модуляция ответа с меньшей протяженностью по времени и более выраженным эффектом привыкания при повторных экспозициях [47, 48].

Эти наблюдения согласуются с данными о роли эмоциональной регуляции и психорегуляторных навыков (самоконтроль, командная коммуникация, управление вниманием) в модуляции физиологических ответов и игровых исходов [31, 47]. Системно-психофизиологические процессы выступают посредниками между когнитивными процессами и итоговой продуктивностью. Так, повышение ваготонуса в предкритические моменты связано с лучшей избирательностью внимания и подавлением отвлечений; наоборот, неадаптивные всплески симпатической активации (тахикардия, рост КГР) коррелируют с ошибками импульсивного выбора и туннелированием внимания в сложных тактических эпизодах [45, 47]. В играх с высокой сенсомоторной плотностью (например, FPS) кратковременные симпатические пики в момент прицеливания и решения могут быть функциональны, но в RTS/МОБА чрезмерная и длительная активация ухудшает многоканальную переработку информации и переключаемость внимания; это подчеркивает жанровую специфику полезной активации и требований к ее развертке во времени [45].

На уровне повседневной нагрузки факторы образа жизни – сон, режим питания, стимуляторы (кофеин, энергетики), длительность тренировок – существенно модулируют базовую активацию АНС и стресс-реактивность, что подтверждено поперечными обследованиями киберспортсменов: нарушения сна, нерегулярный режим, гиподинамия и высокое потребление стимуляторов ассоциируются с неблагоприятным профилем ВСП, повышенной утомляемостью и рисками соматических жалоб [38, 45].

Психофизиологические предикторы нарастающей перегрузки и ухудшения формы включают угнетение высокочастотных компонентов ВСП и сглаживание дыхательной синусовой

аритмии, удлинение времени восстановления ВСП и КГР после решающих эпизодов, сдвиг кортизолной динамики (высокий вечерний уровень, уплощенная диурнальная кривая), учащение жалоб на качество сна и, как следствие, повышенную раздражительность [45–47]. В условиях плотного календаря матчей эти индикаторы должны отслеживаться в динамике (до, во время и после соревнований), а интервенции включать дозирование когнитивной нагрузки, поведенческие техники снижения возбуждения (дыхательные протоколы с удлиненным выдохом), тренинг внимания и эмоциональной регуляции, корректировку гигиены сна и приема стимуляторов [31, 45, 47]. Комплексные программы (социальная поддержка, саморегуляция, психологические навыки) демонстрируют связь с лучшими соревновательными исходами и более благоприятным физиологическим профилем стресса у киберспортсменов [31, 47].

Ключевыми ограничениями текущих данных являются разнородность протоколов регистрации (разные устройства, частоты дискретизации, фильтрация), неодинаковая соревновательная валидность условий (лабораторные задачи vs реальные матчи), а также ограниченная продольная база по тренировочным дозам и восстановлению. Это затрудняет формирование единой картины и сужает возможности практического применения результатов – как в тренировочном процессе, так и в системе отбора и отслеживания состояния игроков. Современные обзоры структуры тренинга в киберспорте подчеркивают необходимость стандартизованных панелей психофизиологических показателей, жанрово-специфичных протоколов нагрузочного тестирования и многоуровневого мониторинга (поведенческие ключевые показатели эффективности ↔ адаптация АНС ↔ эндокринные метки), что повысит переносимость данных в практику отбора, подготовки спортсменов и профилактики перегрузок [45, 47]. Одновременно эпидемиологические обследования киберспортсменов указывают на значимую вариабельность их образа

жизни и здоровья, требующую разработки персонализированных подходов [46].

Заключение. Анализ совокупных данных о нейрофизиологических и психофизиологических характеристиках киберспортсменов подтверждает представление о целостном специфическом функциональном профиле, обеспечивающем высокую эффективность в условиях соревновательной деятельности. На нейрофизиологическом уровне он характеризуется адаптивными изменениями спектральных и вызванных компонентов ЭЭГ (подавление альфа-ритма, усиление фронтомедиальной тета-активности, десинхронизация мю-/бета-ритмов, оптимизация параметров P1/N1 и P300), усиленной функциональной интеграцией фронто-париетальных и теменно-затылочных сетей, а также структурными перестройками белого вещества, повышающими эффективность передачи информации. Эти изменения отражают оптимизацию сенсорной фильтрации, исполнительного контроля, предиктивного планирования и устойчивости к сенсорному шуму, что особенно выражено в жанрово-специфичных паттернах (FPS, RTS/МОБА) и усиливается с ростом уровня мастерства. Психофизиологический компонент профиля включает высокую ВСП в покое, бо-

лее экономичную симпатическую активацию и ускоренное восстановление после нагрузок, оптимизированную гормональную реактивность (умеренные пики кортизола, быстрое возвращение к базовым значениям), а также устойчивость к социальным и соревновательным стрессорам. Эти показатели тесно связаны с когнитивной продуктивностью: оптимальный баланс автономной регуляции способствует поддержанию внимания, снижению импульсивных ошибок и повышению скорости принятия решений. Взаимодополняемость нейрофизиологических и психофизиологических адаптаций формирует интегрированную систему, обеспечивающую высокую результативность при минимизации физиологической цены нагрузки.

Выявленные маркеры могут служить основой для разработки комплексных панелей мониторинга готовности игрока, объективных критериев отбора и персонализированных тренировочных протоколов, направленных на развитие ключевых когнитивных и регуляторных функций, профилактику перегрузок и поддержание оптимального уровня работоспособности в условиях высокой информационной и эмоциональной плотности киберспортивной деятельности.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Список литературы

1. Giakoni-Ramírez F., Merellano-Navarro E., Duclos-Bastías D. Professional Esports Players: Motivation and Physical Activity Levels // Int. J. Environ. Res. Public Health. 2022. Vol. 19. № 4. Art. № 2256. <https://doi.org/10.3390/ijerph19042256>
2. Pedraza-Ramírez I., Musculus L., Raab M., Laborde S. Setting the Scientific Stage for Esports Psychology: A Systematic Review // Int. Rev. Sport Exerc. Psychol. 2020. Vol. 13, № 1. P. 319–352. <https://doi.org/10.1080/1750984X.2020.1723122>
3. Rudolf K., Bickmann P., Froböse I., Tholl C., Wechsler K., Grieben C. Demographics and Health Behavior of Video Game and Esports Players in Germany: The Esports Study 2019 // Int. J. Environ. Res. Public Health. 2020. Vol. 17, № 6. Art. № 1870. <http://dx.doi.org/10.3390/ijerph17061870>
4. Föcker J., Mortazavi M., Khoe W., Hillyard S.A., Bavelier D. Neural Correlates of Enhanced Visual Attention Control in Action Video Game Players: An Event-Related Potential Study // J. Cogn. Neurosci. 2019. Vol. 31, № 3. P. 377–389. https://doi.org/10.1162/jocn_a_01230

5. Wechsler K., Bickmann P., Rudolf K., Tholl C., Froböse I., Grieben C. Comparison of Multiple Object Tracking Performance Between Professional and Amateur Esport Players as Well as Traditional Sportsmen // *Int. J. Esports Res.* 2021. Vol. 1, № 1. P. 17–33. <https://doi.org/10.4018/IJER.20210101.oa2>
6. Ding Y., Hu X., Li J., Ye J., Wang F., Zhang D. What Makes a Champion: The Behavioral and Neural Correlates of Expertise in Multiplayer Online Battle Arena Games // *Int. J. Hum.-Comput. Interact.* 2018. Vol. 34, № 8. P. 682–694. <http://dx.doi.org/10.1080/10447318.2018.1461761>
7. Bavelier D., Green C.S. Enhancing Attentional Control: Lessons from Action Video Games // *Neuron.* 2019. Vol. 104, № 1. P. 147–163. <http://dx.doi.org/10.1016/j.neuron.2019.09.031>
8. Bavelier D., Bediou B., Green C.S. Expertise and Generalization: Lessons from Action Video Games // *Curr. Opin. Behav. Sci.* 2018. Vol. 20. P. 169–173. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cobeha.2018.01.012>
9. Palau M., Marron E.M., Viejo-Sobera R., Redolar-Ripoll D. Neural Basis of Video Gaming: A Systematic Review // *Front. Hum. Neurosci.* 2017. Vol. 11. Art. № 248. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2017.00248>
10. Dobrowolsky P., Hanusz K., Sobczyk B., Skorko M., Wiatrow A. Cognitive Enhancement in Video Game Players: The Role of the Video Game Genre // *Comput. Hum. Behav.* 2015. Vol. 44. P. 59–63. <http://dx.doi.org/10.1016/j.chb.2014.11.051>
11. Colzato L.S., van Leeuwen P.J.A., van den Wildenberg W.P.M., Hommel B. DOOM'd to Switch: Superior Cognitive Flexibility in Players of First Person Shooter Games // *Front. Psychol.* 2010. Vol. 1. Art. № 8. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2010.00008>
12. Colzato L.S., van den Wildenberg W.P.M., Zmigrod S., Hommel B. Action Video Gaming and Cognitive Control: Playing First Person Shooter Games Is Associated with Improvement in Working Memory but Not Action Inhibition // *Psychol. Res.* 2013. Vol. 77, № 2. P. 234–239. <https://doi.org/10.1007/s00426-012-0415-2>
13. Bisoglio J., Michaels T.I., Mervis J.E., Ashinoff B.K. Cognitive Enhancement Through Action Video Game Training: Great Expectations Require Greater Evidence // *Front. Psychol.* 2014. Vol. 5. Art. № 136. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.00136>
14. Huang H., Cheng C. The Benefits of Video Games on Brain Cognitive Function: A Systematic Review of Functional Magnetic Resonance Imaging Studies // *Appl. Sci.* 2022. Vol. 12, № 11. Art. № 5561. <http://dx.doi.org/10.3390/app12115561>
15. Nagorsky E., Wiemeyer J. The Structure of Performance and Training in Esports // *PLoS One.* 2020. Vol. 15, № 8. Art. № e0237584. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0237584>
16. Сергеев С.Ф., Тимохов В.В., Баскаков А.С., Циневич Р.К. Сравнительный анализ профессионально-важных качеств киберспортсменов базовых игровых дисциплин // *Актуальные проблемы психологии труда, инженерной психологии и эргономики* / под ред. А.А. Обознова, А.Л. Журавлева. М.: Ин-т психологии РАН, 2020. С. 316–337. <https://doi.org/10.38098/ergo.2020.018>
17. Pluss M.A., Novak A.R., Bennett K.J.M., Panchuk D., Coutts A.J., Fransen J. The Relationship Between the Quantity of Practice and In-Game Performance During Practice with Tournament Performance in Esports: An Eight-Week Study // *J. Sport Exerc. Sci.* 2021. Vol. 5, № 1. P. 69–76. <https://doi.org/10.36905/jses.2021.01.09>
18. Weinstein A., Lejoyeux M. Neurobiological Mechanisms Underlying Internet Gaming Disorder // *Dialogues Clin. Neurosci.* 2022. Vol. 22, № 2. P. 113–126. <https://doi.org/10.31887/dcns.2020.22.2/awinstein>
19. Burleigh T.L., Griffiths M.D., Sumich A., Wang G.Y., Kuss D.J. Gaming Disorder and Internet Addiction: A Systematic Review of Resting-State EEG Studies // *Addict. Behav.* 2020. Vol. 107. Art. № 106429. <https://doi.org/10.1016/j.addbeh.2020.106429>
20. Pérez-Rubio C., González J., Garcés de los Fayos E.J. Personalidad y burnout en jugadores profesionales de e-sports // *Cuad. psicol. deporte.* 2017. Vol. 17, № 1. P. 41–50.
21. Almanza-Sepúlveda M.L., Llamas Alonso J., Guevara M.A., Hernández-González M. Increased Prefrontal-Parietal EEG Gamma Band Correlation During Motor Imagery in Expert Video Game Players // *Actual. psicol.* 2014. Vol. 28, № 117. P. 27–36. <http://dx.doi.org/10.15517/ap.v28i117.14095>
22. Del Percio C., Brancucci A., Vecchio F., Marzano N. Visual Event-Related Potentials in Elite and Amateur Athletes // *Brain Res. Bull.* 2007. Vol. 74, № 1–3. P. 104–112. <http://dx.doi.org/10.1016/j.brainresbull.2007.05.011>
23. Kovbasiuk A., Lewandowska P., Brzezicka A., Kowalczyk-Grębska N. Neuroanatomical Predictors of Complex Skill Acquisition During Video Game Training // *Front. Neurosci.* 2022. Vol. 16. Art. № 834954. <http://dx.doi.org/10.3389/fnins.2022.834954>

24. Kowalczyk N., Shi F., Magnuski M., Skorko M., Dobrowolski P., Kossowski B., Marchewka A., Bielecki M., Kossut M., Brzezicka A. Real-Time Strategy Video Game Experience and Structural Connectivity – a Diffusion Tensor Imaging Study // *Hum. Brain Mapp.* 2018. Vol. 39, № 9. P. 3742–3758. <http://dx.doi.org/10.1002/hbm.24208>
25. Lewandowska P., Jakubowska N., Hryniewicz N., Prusinowski R., Kossowski B., Brzezicka A., Kowalczyk-Grębska N. Association Between Real-Time Strategy Video Game Learning Outcomes and Pre-Training Brain White Matter Structure: Preliminary Study // *Sci. Rep.* 2022. Vol. 12, № 1. Art. № 20741. <http://dx.doi.org/10.1038/s41598-022-25099-0>
26. Coronel-Oliveros C., Medel V., Orellana S., Rodiño J., Lehue F., Cruzat J., Tagliazucchi E., Brzezicka A., Orio P., Kowalczyk-Grębska N., Ibáñez A. Gaming Expertise Induces Meso-Scale Brain Plasticity and Efficiency Mechanisms as Revealed by Whole-Brain Modeling // *NeuroImage.* 2024. Vol. 293. Art. № 120633. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2024.120633>
27. Burns K.G., Fairclough S.H. Use of Auditory Event-Related Potentials to Measure Immersion During a Computer Game // *Int. J. Hum.-Comput. Stud.* 2015. Vol. 73. P. 107–114. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2014.09.002>
28. Allison B.Z., Polich J. Workload Assessment of Computer Gaming Using a Single-Stimulus Event-Related Potential Paradigm // *Biol. Psychol.* 2008. Vol. 77, № 3. P. 277–283. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2007.10.014>
29. Cheng X., Yan Y., Hu T., Lv Y., Zeng Y. A Review of the Effect of the Light Environment of the VDT Workspace on the “Learning to Learn” Effect of Video Game Training // *Front. Neurosci.* 2023. Vol. 17. Art. № 1093602. <http://dx.doi.org/10.3389/fnins.2023.1093602>
30. Tosoni A., Capotosto P., Baldassarre A., Spadone S., Sestieri C. Neuroimaging Evidence Supporting a Dual-Network Architecture for the Control of Visuospatial Attention in the Human Brain: A Mini Review // *Front. Hum. Neurosci.* 2023. Vol. 17. Art. № 1250096. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2023.1250096>
31. Rózsa S., Hargitai R., Láng A., Osváth A., Hupuczi E., Tamás I., Kállai J. Measuring Immersion, Involvement, and Attention Focusing Tendencies in the Mediated Environment: The Applicability of the Immersive Tendencies Questionnaire // *Front. Psychol.* 2022. Vol. 13. Art. № 93195. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.931955>
32. Irak M., Soylu C., Sakman Ö.K., Turan G. ERP Correlates of Working Memory Load in Excessive Video Game Players // *Game User Experience and Player-Centered Design* / ed. by B. Bostan. Cham: Springer, 2020. P. 3–20.
33. Behnke M., Gross J.J., Kaczmarek L.D. The Role of Emotions in Esports Performance // *Emotion.* 2020. Vol. 22, № 5. P. 1059–1070. <https://doi.org/10.1037/emo0000903>
34. Trotter M.G., Coulter T.J., Davis P.A., Poulus D.R., Polman R. Social Support, Self-Regulation, and Psychological Skill Use in e-Athletes // *Front. Psychol.* 2021. Vol. 12. Art. № 722030. <http://dx.doi.org/10.3389/fpsyg.2021.722030>
35. Bonilla Gorrindo I., Chamorro A., Ventura C. Psychological Skills in Esports: A Qualitative Study of Individual and Team Players // *Aloma.* 2022. Vol. 40, № 1. P. 35–41. <http://dx.doi.org/10.51698/aloma.2022.40.1.36-41>
36. Adinolf S., Turkyay S. Toxic Behaviors in Esports Games: Player Perceptions and Coping Strategies // *Proceedings of the 2018 Annual Symposium on Computer-Human Interaction in Play.* New York: Association for Computing Machinery, 2018. P. 365–372. <http://dx.doi.org/10.1145/3270316.3271545>
37. He E.J., Yuan H., Yang L., Sheikholeslami C., He B. EEG Spatio-Spectral Mapping During Video Game Play // *2008 International Conference on Information Technology and Applications in Biomedicine.* Shenzhen, 2008. P. 346–348. <https://doi.org/10.1109/ITAB.2008.4570658>
38. Giaconi-Ramírez F., Duclos-Bastías D., Yáñez-Sepúlveda R. Professional Esports Players Are Not Obese: Body Composition Analysis Based on Many Years of Experience // *Int. J. Morphol.* 2021. Vol. 39, № 4. P. 1081–1087. <https://doi.org/10.4067/S0717-95022021000401081>
39. Behnke M., Stefanczyk M.M., Żurek G., Sorokowski P. Esports Players Are Less Extroverted and Conscientious Than Athletes // *Cyberpsychol. Behav. Soc. Netw.* 2023. Vol. 26, № 1. P. 50–56. <http://dx.doi.org/10.1089/cyber.2022.0067>
40. Vaamonde A.G.-N., Chirivella E.C. Perfil profesional del psicólogo/a del deporte experto/a en esports // *Rev. psicol. apl. deporte ejerc. fis.* 2020. Vol. 5, № 2. Art. № e13. <https://doi.org/10.5093/rpadef2020a9>
41. Himmelstein D., Liu Y., Shapiro J.L. An Exploration of Mental Skills Among Competitive League of Legend Players // *IJGCMS.* 2017. Vol. 9, № 2. P. 1–21. <https://doi.org/10.4018/IJGCMS.2017040101>
42. Fanfarelli J.R. Expertise in Professional Overwatch Play // *IJGCMS.* 2018. Vol. 10, № 1. P. 1–22. <https://doi.org/10.4018/IJGCMS.2018010101>
43. Zhong Y., Guo K., Su J., Chu S.K.W. The Impact of Esports Participation on the Development of 21st Century Skills in Youth: A Systematic Review // *Comput. Educ.* 2022. Vol. 191, № 8. Art. № 104640. <http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104640>

44. Lynn C.W., Bassett D.S. The Physics of Brain Network Structure, Function and Control // *Nat. Rev. Phys.* 2019. Vol. 1. P. 318–332. <https://doi.org/10.1038/s42254-019-0040-8>
45. Global Games Market Report: The VR & Metaverse Edition. Newzoo, 2021. 38 p. URL: https://investgame.net/wp-content/uploads/2025/03/Newzoo_Metaverse.pdf (дата обращения: 05.09.2024).
46. Ibanez A. The Mind's Golden Cage and Cognition in the Wild // *Trends Cogn. Sci.* 2022. Vol. 26, № 12. P. 1031–1034. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2022.07.008>
47. Landenberger T., de Oliveira Cardoso N., de Oliveira C.R., de Lima Argimon I.I. Instruments for Measuring Cognitive Reserve: A Systematic Review // *Psicol. teor. prática.* 2019. Vol. 21, № 2. P. 58–74. <https://doi.org/10.5935/1980-6906/psicologia.v21n2p58-74>
48. Hussenoeder F., Riedel-Heller S., Conrad I., Rodriguez F.S. Concepts of Mental Demands at Work That Protect Against Cognitive Decline and Dementia: A Systematic Review // *Am. J. Health Promot.* 2019. Vol. 33, № 8. P. 1200–1208. <http://dx.doi.org/10.1177/0890117119861309>

References

1. Giakoni-Ramírez F., Merellano-Navarro E., Duclos-Bastías D. Professional Esports Players: Motivation and Physical Activity Levels. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 2022, vol. 19, no. 4. Art. no. 2256. <https://doi.org/10.3390/ijerph19042256>
2. Pedraza-Ramírez I., Musculus L., Raab M., Laborde S. Setting the Scientific Stage for Esports Psychology: A Systematic Review. *Int. Rev. Sport Exerc. Psychol.*, 2020, vol. 13, no. 1, pp. 319–352. <https://doi.org/10.1080/1750984X.2020.1723122>
3. Rudolf K., Bickmann P., Froböse I., Tholl C., Wechsler K., Grieben C. Demographics and Health Behavior of Video Game and Esports Players in Germany: The Esports Study 2019. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 2020, vol. 17, no. 6. Art. no. 1870. <http://dx.doi.org/10.3390/ijerph17061870>
4. Föcker J., Mortazavi M., Khoe W., Hillyard S.A., Bavelier D. Neural Correlates of Enhanced Visual Attention Control in Action Video Game Players: An Event-Related Potential Study. *J. Cogn. Neurosci.*, 2019, vol. 31, no. 3, pp. 377–389. https://doi.org/10.1162/jocn_a_01230
5. Wechsler K., Bickmann P., Rudolf K., Tholl C., Froböse I., Grieben C. Comparison of Multiple Object Tracking Performance Between Professional and Amateur Esport Players as Well as Traditional Sportsmen. *Int. J. Esports Res.*, 2021, vol. 1, no. 1, pp. 17–33. <https://doi.org/10.4018/IJER.20210101.oa2>
6. Ding Y., Hu X., Li J., Ye J., Wang F., Zhang D. What Makes a Champion: The Behavioral and Neural Correlates of Expertise in Multiplayer Online Battle Arena Games. *Int. J. Hum.-Comput. Interact.*, 2018, vol. 34, no. 8, pp. 682–694. <http://dx.doi.org/10.1080/10447318.2018.1461761>
7. Bavelier D., Green C.S. Enhancing Attentional Control: Lessons from Action Video Games. *Neuron*, 2019, vol. 104, no. 1, pp. 147–163. <http://dx.doi.org/10.1016/j.neuron.2019.09.031>
8. Bavelier D., Bediou B., Green C.S. Expertise and Generalization: Lessons from Action Video Games. *Curr. Opin. Behav. Sci.*, 2018, vol. 20, pp. 169–173. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cobeha.2018.01.012>
9. Palaus M., Marron E.M., Viejo-Sobera R., Redolar-Ripoll D. Neural Basis of Video Gaming: A Systematic Review. *Front. Hum. Neurosci.*, 2017, vol. 11. Art. no. 248. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2017.00248>
10. Dobrowolsky P., Hanusz K., Sobczyk B., Skorko M., Wiatrow A. Cognitive Enhancement in Video Game Players: The Role of the Video Game Genre. *Comput. Hum. Behav.*, 2015, vol. 44, pp. 59–63. <http://dx.doi.org/10.1016/j.chb.2014.11.051>
11. Colzato L.S., van Leeuwen P.J.A., van den Wildenberg W.P.M., Hommel B. DOOM'd to Switch: Superior Cognitive Flexibility in Players of First Person Shooter Games. *Front. Psychol.*, 2010, vol. 1. Art. no. 8. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2010.00008>
12. Colzato L.S., van den Wildenberg W.P.M., Zmigrod S., Hommel B. Action Video Gaming and Cognitive Control: Playing First Person Shooter Games Is Associated with Improvement in Working Memory but Not Action Inhibition. *Psychol. Res.*, 2013, vol. 77, no. 2, pp. 234–239. <https://doi.org/10.1007/s00426-012-0415-2>
13. Bisoglio J., Michaels T.I., Mervis J.E., Ashinoff B.K. Cognitive Enhancement Through Action Video Game Training: Great Expectations Require Greater Evidence. *Front. Psychol.*, 2014, vol. 5. Art. no. 136. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.00136>
14. Huang H., Cheng C. The Benefits of Video Games on Brain Cognitive Function: A Systematic Review of Functional Magnetic Resonance Imaging Studies. *Appl. Sci.*, 2022, vol. 12, no. 11. Art. no. 5561. <http://dx.doi.org/10.3390/app12115561>

15. Nagorsky E., Wiemeyer J. The Structure of Performance and Training in Esports. *PLoS One*, 2020, vol. 15, no. 8. Art. no. e0237584. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0237584>
16. Sergeev S.F., Timokhov V.V., Baskakov A.S., Tsinevich R.K. Sravnitel'nyy analiz professional'no-vazhnykh kachestv kibersportsmenov bazovykh igrovyykh distsiplin [Comparative Analysis of Professionally Important Qualities of e-Sports Players in Basic Game Disciplines]. Oboznov A.A., Zhuravlev A.L. (eds.). *Aktual'nye problemy psikhologii truda, inzhenernoy psikhologii i ergonomiki* [Current Issues of Work Psychology, Engineering Psychology and Ergonomics]. Moscow, 2020, pp. 316–337. <https://doi.org/10.38098/ergo.2020.018>
17. Pluss M.A., Novak A.R., Bennett K.J.M., Panchuk D., Coutts A.J., Fransen J. The Relationship Between the Quantity of Practice and In-Game Performance During Practice with Tournament Performance in Esports: An Eight-Week Study. *J. Sport Exerc. Sci.*, 2021, vol. 5, no. 1, pp. 69–76. <https://doi.org/10.36905/jses.2021.01.09>
18. Weinstein A., Lejoyeux M. Neurobiological Mechanisms Underlying Internet Gaming Disorder. *Dialogues Clin. Neurosci.*, 2022, vol. 22, no. 2, pp. 113–126. <https://doi.org/10.31887/dcns.2020.22.2/aweinstein>
19. Burleigh T.L., Griffiths M.D., Sumich A., Wang G.Y., Kuss D.J. Gaming Disorder and Internet Addiction: A Systematic Review of Resting-State EEG Studies. *Addict. Behav.*, 2020, vol. 107. Art. no. 106429. <https://doi.org/10.1016/j.addbeh.2020.106429>
20. Pérez-Rubio C., González J., Garcés de los Fayos E.J. Personalidad y burnout en jugadores profesionales de e-sports. *Cuad. psicol. deporte*, 2017, vol. 17, no. 1, pp. 41–50.
21. Almanza-Sepúlveda M.L., Llamas Alonso J., Guevara M.A., Hernández-González M. Increased Prefrontal-Parietal EEG Gamma Band Correlation During Motor Imagery in Expert Video Game Players. *Actual. psicol.*, 2014, vol. 28, no. 117, pp. 27–36. <http://dx.doi.org/10.15517/ap.v28i117.14095>
22. Del Percio C., Brancucci A., Vecchio F., Marzano N., Pirritano M., Meccariello E., Padoa S., Mascia A., Giallonardo A.T., Aschieri P., Lino A., Palma E., Fiore A., Di Ciole E., Babiloni C., Eusebi F. Visual Event-Related Potentials in Elite and Amateur Athletes. *Brain Res. Bull.*, 2007, vol. 74, no. 1–3, pp. 104–112. <http://dx.doi.org/10.1016/j.brainresbull.2007.05.011>
23. Kovbasiuk A., Lewandowska P., Brzezicka A., Kowalczyk-Grębska N. Neuroanatomical Predictors of Complex Skill Acquisition During Video Game Training. *Front. Neurosci.*, 2022, vol. 16. Art. no. 834954. <http://dx.doi.org/10.3389/fnins.2022.834954>
24. Kowalczyk N., Shi F., Magnuski M., Skorko M., Dobrowolski P., Kossowski B., Marchewka A., Bielecki M., Kossut M., Brzezicka A. Real-Time Strategy Video Game Experience and Structural Connectivity – a Diffusion Tensor Imaging Study. *Hum. Brain Mapp.*, 2018, vol. 39, no. 9, pp. 3742–3758. <http://dx.doi.org/10.1002/hbm.24208>
25. Lewandowska P., Jakubowska N., Hryniewicz N., Prusinowski R., Kossowski B., Brzezicka A., Kowalczyk-Grębska N. Association Between Real-Time Strategy Video Game Learning Outcomes and Pre-Training Brain White Matter Structure: Preliminary Study. *Sci. Rep.*, 2022, vol. 12, no. 1. Art. no. 20741. <http://dx.doi.org/10.1038/s41598-022-25099-0>
26. Coronel-Oliveros C., Medel V., Orellana S., Rodiño J., Lehue F., Cruzat J., Tagliazucchi E., Brzezicka A., Orio P., Kowalczyk-Grębska N., Ibáñez A. Gaming Expertise Induces Meso-Scale Brain Plasticity and Efficiency Mechanisms as Revealed by Whole-Brain Modeling. *NeuroImage*, 2024, vol. 293. Art. no. 120633. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2024.120633>
27. Burns K.G., Fairclough S.H. Use of Auditory Event-Related Potentials to Measure Immersion During a Computer Game. *Int. J. Hum.-Comput. Stud.*, 2015, vol. 73, pp. 107–114. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2014.09.002>
28. Allison B.Z., Polich J. Workload Assessment of Computer Gaming Using a Single-Stimulus Event-Related Potential Paradigm. *Biol. Psychol.*, 2008, vol. 77, no. 3, pp. 277–283. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2007.10.014>
29. Cheng X., Yan Y., Hu T., Lv Y., Zeng Y. A Review of the Effect of the Light Environment of the VDT Workspace on the “Learning to Learn” Effect of Video Game Training. *Front. Neurosci.*, 2023, vol. 17. Art. no. 1093602. <http://dx.doi.org/10.3389/fnins.2023.1093602>
30. Tosoni A., Capotosto P., Baldassarre A., Spadone S., Sestieri C. Neuroimaging Evidence Supporting a Dual-Network Architecture for the Control of Visuospatial Attention in the Human Brain: A Mini Review. *Front. Hum. Neurosci.*, 2023, vol. 17. Art. no. 1250096. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2023.1250096>
31. Rózsa S., Hargitai R., Láng A., Osváth A., Hupucz E., Tamás I., Kállai J. Measuring Immersion, Involvement, and Attention Focusing Tendencies in the Mediated Environment: The Applicability of the Immersive Tendencies Questionnaire. *Front. Psychol.*, 2022, vol. 13. Art. no. 93195. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.931955>

32. Irak M., Soylu C., Sakman Ö.K., Turan G. ERP Correlates of Working Memory Load in Excessive Video Game Players. Bostan B. (ed.). *Game User Experience and Player-Centered Design*. Cham, 2020, pp. 3–20.
33. Behnke M., Gross J.J., Kaczmarek L.D. The Role of Emotions in Esports Performance. *Emotion*, 2020, vol. 22, no. 5, pp. 1059–1070. <https://doi.org/10.1037/emo0000903>
34. Trotter M.G., Coulter T.J., Davis P.A., Poulus D.R., Polman R. Social Support, Self-Regulation, and Psychological Skill Use in e-Athletes. *Front. Psychol.*, 2021, vol. 12. Art. no. 722030. <http://dx.doi.org/10.3389/fpsyg.2021.722030>
35. Bonilla Gorrindo I., Chamorro A., Ventura C. Psychological Skills in Esports: Qualitative Study in Individual and Team Players. *Aloma*, 2022, vol. 40, no. 1, pp. 35–41. <http://dx.doi.org/10.51698/aloma.2022.40.1.36-41>
36. Adinolf S., Turkey S. Toxic Behaviors in Esports Games: Player Perceptions and Coping Strategies. *Proceedings of the 2018 Annual Symposium on Computer-Human Interaction in Play*. New York, 2018, pp. 365–372. <http://dx.doi.org/10.1145/3270316.3271545>
37. He E.J., Yuan H., Yang L., Sheikholeslami C., He B. EEG Spatio-Spectral Mapping During Video Game Play. *2008 International Conference on Information Technology and Applications in Biomedicine*. Shenzhen, 2008, pp. 346–348. <https://doi.org/10.1109/ITAB.2008.4570658>
38. Giaconi-Ramírez F., Duclos-Bastías D., Yáñez-Sepúlveda R. Professional Esports Players Are Not Obese: Body Composition Analysis Based on Years of Experience. *Int. J. Morphol.*, 2021, vol. 39, no. 4, pp. 1081–1087. <https://doi.org/10.4067/S0717-95022021000401081>
39. Behnke M., Stefanczyk M.M., Żurek G., Sorokowski P. Esports Players Are Less Extroverted and Conscientious Than Athletes. *Cyberpsychol. Behav. Soc. Netw.*, 2023, vol. 26, no. 1, pp. 50–56. <http://dx.doi.org/10.1089/cyber.2022.0067>
40. Vaamonde A.G.-N., Chirivella E.C. Perfil profesional del psicólogo/a del deporte experto/a en esports. *Rev. psicol. apl. deporte ejerc. fis.*, 2020, vol. 5, no. 2. Art. no. e13. <https://doi.org/10.5093/rpadef2020a9>
41. Himmelstein D., Liu Y., Shapiro J.L. An Exploration of Mental Skills Among Competitive League of Legend Players. *IJGCMS*, 2017, vol. 9, no. 2, pp. 1–21. <https://doi.org/10.4018/IJGCMS.2017040101>
42. Fanfarelli J.R. Expertise in Professional Overwatch Play. *IJGCMS*, 2018, vol. 10, no. 1, pp. 1–22. <https://doi.org/10.4018/IJGCMS.2018010101>
43. Zhong Y., Guo K., Su J., Chu S.K.W. The Impact of Esports Participation on the Development of 21st Century Skills in Youth: A Systematic Review. *Comput. Educ.*, 2022, vol. 191, no. 8. Art. no. 104640. <http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104640>
44. Lynn C.W., Bassett D.S. The Physics of Brain Network Structure, Function and Control. *Nat. Rev. Phys.*, 2019, vol. 1, pp. 318–332. <https://doi.org/10.1038/s42254-019-0040-8>
45. *Global Games Market Report: The VR & Metaverse Edition*. Newzoo, 2021. 38 p. Available at: https://investgame.net/wp-content/uploads/2025/03/Newzoo_Metaverse.pdf (accessed: 5 September 2024).
46. Ibanez A. The Mind's Golden Cage and Cognition in the Wild. *Trends Cogn. Sci.*, 2022, vol. 26, no. 12, pp. 1031–1034. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2022.07.008>
47. Landenberger T., de Oliveira Cardoso N., de Oliveira C.R., de Lima Argimon I.I. Instruments for Measuring Cognitive Reserve: A Systematic Review. *Psicol. teor. prática*, 2019, vol. 21, no. 2, pp. 58–74. <https://doi.org/10.5935/1980-6906/psicologia.v21n2p58-74>
48. Hussenoeder F., Riedel-Heller S., Conrad I., Rodriguez F.S. Concepts of Mental Demands at Work That Protect Against Cognitive Decline and Dementia: A Systematic Review. *Am. J. Health Promot.*, 2019, vol. 33, no. 8, pp. 1200–1208. <http://dx.doi.org/10.1177/0890117119861309>

Поступила в редакцию 05.09.2024 / Одобрена после рецензирования 05.12.2024 / Принята к публикации 18.12.2024.

Submitted 5 September 2024 / Approved after reviewing 5 December 2024 / Accepted for publication 18 December 2024.