

УДК 612.821

ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОРГАНИЗАЦИИ РЕГУЛЯЦИИ ЦЕЛЕНАПРАВЛЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ (обзор литературы)

© 2016 г. Д. В. Бердников, *В. Я. Апчел, И. И. Бобынцев

Курский государственный медицинский университет, г. Курск

*Военно-медицинская академия им. С. М. Кирова, г. Санкт-Петербург

В обзоре литературы проанализированы основные подходы психофизиологических исследований регуляции целенаправленной деятельности и их развитие от изучения связи когнитивных процессов с преобладающими ритмами электрической активности головного мозга и проявлениями вегетативной нервной системы до выявления фазовых изменений фокусов мозговой активности. Обобщены данные о половых различиях психофизиологического обеспечения деятельности и показаны возможности её улучшения с помощью различных методов биологической обратной связи. Обращено внимание на тот факт, что при исследовании целенаправленной деятельности в большинстве случаев анализируется её организация, оцениваемая по параметру успешности, тогда как регуляция в настоящее время рассматривается как проявление и динамика различных физиологических процессов. В связи с этим предложено при изучении регуляции целенаправленной деятельности рассматривать её как независимый от содержания, различный по сложности и неоднородности, длящийся во времени системно-информационный процесс организации активности человека. Предполагается, что данный процесс должен отражать некое состояние, иметь собственные индивидуальные характеристики и свойства, обеспечиваемые нейрофизиологическими механизмами, изначальным уровнем энергетических ресурсов и связанные с индивидуальными особенностями управления информацией и расходования энергии. На основе данных об обучаемости и применении биологической обратной связи обосновано заключение о том, что сочетанная оценка успешности регуляции деятельности в условиях отсутствия или наличия внешней обратной связи позволяет адекватно оценивать адаптационные возможности, а также контролировать, прогнозировать и при необходимости корректировать функциональное состояние организма человека.

Ключевые слова: регуляция, целенаправленная деятельность, обратная связь, электроэнцефалография, функциональное состояние организма

PSYCHOPHYSIOLOGICAL BASES OF HORME REGULATION ORGANIZATION (Literature review)

D. V. Berdnikov, *V. Ya. Archel, I. I. Bobyntsev

Kursk State Medical University, Kursk

*Military Medical Academy n. a. S. M. Kirov, Saint Petersburg, Russia

The main approaches of psychophysiological investigations of hormone regulation and their development from studying the connection of cognitive processes with the prevailing rhythms of the brain electric activity and the neurovegetative system manifestations to revealing the phase changes in the brain activity foci have been analyzed in the literature review. The data on the sex differences of psychophysiological activity provision have been summarized and the possibilities of its improvement through various methods of biological feedback have been shown. Special attention has been paid to the fact that while studying hormone in the majority of cases its organization is estimated by the efficiency parameter, while at present regulation is regarded as the manifestation and the dynamics of various physiological processes. In this connection, it has been suggested: while studying the hormone regulation consider it as a content independent, different in complexity and heterogeneity, prolonged system-information process of human activity organization. This process is supposed to reflect a certain condition, have its own individual characteristics and properties provided by neurophysiological mechanisms, the initial level of energy resources and connected with individual features of information management and energy expenditure. On the basis of the data on trainability and on using the biological feedback a conclusion has been drawn that the combined estimation of the efficiency of activity regulation in the conditions of absence or presence of an external feedback makes it possible to adequately estimate the adaptive abilities as well as to control, to predict and if necessary to correct the functional condition of the human body.

Keywords: regulation, hormone, feedback, electroencephalography, functional condition of the body

Библиографическая ссылка:

Бердников Д. В., Апчел В. Я., Бобынцев И. И. Психофизиологические основы организации регуляции целенаправленной деятельности (обзор литературы) // Экология человека. 2016. № 10. С. 37–46.

Berdnikov D. V., Archel V. Ya., Bobyntsev I. I. Psychophysiological Bases of Horme Regulation Organization (Literature review). *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2016, 10, pp. 37-46.

Одной из ключевых проблем познания человека является понимание психофизиологических процессов, лежащих в основе организации и регуляции его целенаправленной деятельности, в которой отражаются функциональное состояние, приспособленность

к условиям деятельности и непрерывный процесс адаптации. Существенные сложности в этой области исследований во многом обусловлены отсутствием единства в представлениях о структуре регуляции деятельности, чёткой методологии её исследования, а

также сосредоточенностью на изучении динамики различных физиологических процессов, обеспечивающих организацию поведения. В частности, в исследованиях, опирающихся на теорию функциональных систем П. К. Анохина, основное внимание сосредоточено на структурно-функциональном аспекте системы деятельности, функциональная же сторона явления часто является вторичной [1]. Только в отдельных работах делается акцент на регуляции действий и поведения как на процессе управления информацией [18]. Подобные работы чаще проводятся в контексте изучения основ её когнитивных составляющих, влияния индивидуально-типологических особенностей нервной системы, эмоций и функциональных состояний. Особое внимание уделяется выявлению структур нервной системы, регулирующих совершение какого-либо предметного вида деятельности, её энергетической составляющей и физиологических процессов, с помощью которых оказывается регулирующее влияние. Традиционно для этого используется анализ показателей ЭЭГ и состояния вегетативной нервной системы.

Например, высокочастотную активность коры головного мозга в диапазонах бета- и гамма-ритмов как проявление работы механизма автоотожествления, позволяющего представлять внутренние данные для их восприятия в явной форме, связывают с интенсивной сознательной деятельностью, усилением внимания, изменением функционального состояния, узнаванием и опознанием стимула, памятью, выполнением семантических операций и двигательных реакций [45]. Её происхождение рассматривают как активность встроенных в локальные сети пейсмекерных нейронов, когерентность которых возникает в результате прихода к ним общего сигнала [10]. Обеспечение же произвольного управления информацией при рациональном мышлении объясняют действием механизма сенсорного повторения, проявляющегося в низкочастотной альфа-активности [47]. Схожие выводы о значении альфа-активности были получены в ходе исследований модально-специфических видов памяти в период актуализации познавательной деятельности [17]. Выявлена и неоднородность значений и изменений альфа-ритмов, коррелирующих со сложностью заданий при целенаправленной деятельности [48]. У мужчин процессы неспецифической активации отражаются в изменениях мощности альфа₁-активности. Применение же когнитивных и мнестических механизмов, контроля со стороны коры связывают с альфа₂-ритмикой [23]. Изучение ЭЭГ-коррелятов временных параметров запоминания и воспроизведения зрительной информации показало, что высокая скорость принятия решения сопровождается увеличением исходно меньшего числа когерентных связей в альфа- и бета₂-диапазоне, изменением их пространственной структуры [12]. В других исследованиях демонстрируется, что предъявление эталонного стимула, требующее произвольного специфического внимания, сопровождается усилением функциональ-

ного взаимодействия по тета-ритму между медиальными отделами лобной коры и височными зонами, а также усилением локального функционального взаимодействия по бета-ритму в переднецентральных зонах мозга. Удержание же информации в рабочей памяти при предъявлении тестового стимула сопровождается ростом когерентности альфа-колебаний в дистантных лобно-теменных связях преимущественно правого полушария [27]. Другие исследователи связывают изменения активности гиппокампально-корковой системы и усиление когерентных взаимосвязей в тета-диапазоне теменно-височно-затылочной коры непосредственно с механизмами внимания и памяти [8]. Установлено, что неудовлетворённая мотивация, рассогласование потребности и характеристик полученного результата деятельности вызывают в нейронах пачечную активность или группы спайков, возникающих через 100–200 мс, что выражается в тета-ритме ЭЭГ. Рециркуляция подобных возбуждений оценивается как извлечение из памяти оптимальных эфферентных программ достижения необходимого результата [16]. Подтверждением этому может служить исследование запоминания и воспроизведения последовательности сигналов. У испытуемых с высокой точностью и меньшим количеством ошибок они сопровождалась ростом когерентности тета-ритма правого полушария головного мозга в затылочной, центральной и лобной областях коры. Неточные же испытуемые не отличались от точных, что было объяснено разными стратегиями переработки информации при её запоминании [22].

Исследования мозговой организации выработки стратегии принятия решения при выполнении когнитивной задачи на классификацию зрительных объектов в условиях неопределённости показали усиление степени функционального взаимодействия по тета-ритму между полюсными, дорзо- и вентролатеральными зонами префронтальной коры, а также между этими зонами и каудальными отделами мозга при получении отрицательной или положительной обратной связи [25]. Установлены различия в флуктуации ЭЭГ и при двух альтернативных стратегиях в ходе многократного выполнения когнитивных проб. Показано, что продуктивное и качественное выполнение задания сопровождается статистически значимым усилением информационной активности левого полушария преимущественно в затылочно-теменных областях и частично переднелобных отделах. Скоростная же стратегия оперативного выполнения задания обуславливается переходом зоны информационной активности в переднелобные отделы исключительно правого полушария [30].

Доказана взаимосвязь между эффективностью решения когнитивных задач при различном эмоциональном подкреплении и мощностью различных ритмов ЭЭГ. Увеличение количества правильных ответов при эмоционально-положительных вербальных и невербальных стимулах при извлечении информации из долговременной памяти сопровождается

усилением мощности в дельта-диапазоне. Точность решения задач с эмоционально-положительными изображениями в качестве обратной связи увеличивается при высокой мощности в тета-, альфа- и бета-диапазонах. Результативность заданий на память возрастает при подкреплении отрицательными эмоциональными изображениями и высокой мощности ЭЭГ в тета-диапазоне, а также положительными эмоциональными изображениями, связанными с ростом мощности ЭЭГ в тета-, альфа-, бета- и гамма-диапазонах [26]. С другой стороны, плохое распознавание эмоций связано с высоким общим активационным уровнем нервной системы, особенно в левом полушарии мозга, возникающим вследствие как напряжения внимания, так и эмоционального возбуждения. Высокая же успешность связана с усилением тета-, альфа-, бета₂- и гамма-ритмов в правом полушарии. При этом в большинстве случаев плохое распознавание эмоции в голосе связано с высоким уровнем когерентности [20].

Исследования характеристик целенаправленной деятельности на стадиях исходного состояния, запоминания и воспроизведения показали, что работающие медленно и с ошибками испытуемые характеризуются неизменной структурой когерентных взаимоотношений биопотенциалов бета₁- и альфа-диапазонов ЭЭГ. Высокая же скорость и точность выполнения заданий сопровождается ростом числа высоких когерентных взаимосвязей бета₁-ритма во время запоминания по сравнению с исходным состоянием и во время воспроизведения по сравнению с этапом запоминания, что проявляется в формировании специфической для каждого из этапов структуры пространственной организации ритма. Быстрое и точное воспроизведение на экране монитора зрительной информации также сопровождается на этапах деятельности изменением структуры когерентных взаимосвязей потенциалов в альфа-диапазоне ЭЭГ [13]. Согласно другим авторам, успешная когнитивная деятельность обеспечивается наличием выраженной пространственно-временной динамики (взаимных переходов) фокусов мозговой активности в альфа-, бета- и гамма-диапазонах между симметричными зонами коры полушарий и передне-задними отделами, которая не наблюдается при низкой результативности. Более того, различные виды деятельности имеют собственные устойчивые кортико-активационные структуры. Если выполнение вычислительных операций преимущественно связано с локализацией мозговой активности в левой лобной области, тесным взаимодействием височных и центрально-париетальных областей обоих полушарий, то вербально-логическая деятельность — с левой фронтальной областью и зоной Брока. Решение пространственных задач сопровождается локализацией фокусов мозговой активности в правой лобной области, активацией правых теменных и затылочных областей. При этом энергетическая «цена» успешной и неуспешной когнитивной деятельности по показателям ритмокардиографии не различалась [21].

Другим направлением исследований является изучение процессов мозговой активности во взаимосвязи с интеллектуальной организацией, которую традиционно связывают с различиями в уровне активности таламокортикальной системы. При этом установлено, что среднему уровню психометрического интеллекта соответствует наиболее высокая синхронизация электрической активности всех зон коры головного мозга, а степень синхронизации колебаний альфа-ритма в лобных и центральных областях при рассогласовании фаз в затылочных долях позволяет прогнозировать интеллектуальные способности индивида [42]. Показано, что «беглый» невербальный интеллект в целом связан с высокими значениями частоты максимального пика альфа-ритма и длительными альфа-веретенами. Высокая же интеллектуальная оригинальность и пластичность коррелируют с широким диапазоном альфа-активности и вариабельностью амплитуды альфа-веретена [2]. Также выявлено, что высокий уровень невербального и вербального интеллекта проявляется в высокой точности деятельности по восприятию времени и сопровождается выраженной пространственной синхронизацией гамма-ритма. Предполагается, что высокая точность восприятия времени при отсутствии или наличии обратной связи о полученных результатах у лиц с высоким интеллектом обеспечивается не только высокой скоростью передачи сигналов в ЦНС, но и большей эффективностью процессов внутримозговой интеграции, кодирования, сжатия и координации нейронных сообщений в мозге [4]. Установлены и половые различия в зависимости результативности отмеривания длительности при наличии или отсутствии обратной связи и количества значимых связей между когерентностью гамма-ритма. Если у мужчин таких связей больше при работе без обратных связей и их количество уменьшается при её введении, то у женщин их больше при введении обратных связей о результатах. Половые различия наблюдаются и в частотных диапазонах гамма-ритма. Возможно, данные различия могут быть обусловлены различной способностью нервных клеток к функциональному объединению путём синхронизации их активности [3]. Также установлены связи между уровнем творческих способностей, полом испытуемых и показателями фоновой мощности и вызванной десинхронизацией / синхронизацией тета₂- и бета-ритмов, возникающих уже на стадии инструктажа [29]. Полученные результаты указывают на связь высокой результативности творческой деятельности у мужчин и женщин со специфическими для каждого пола паттернами фронтально-окципитальной и латеральной организации активности тета- и бета-осцилляторов коры мозга [6]. Половые различия были обнаружены и в амплитуде негативных компонентов, связанных с событиями потенциалов, появляющихся непосредственно перед моторным выполнением задания (N0–500) и в процессе его выполнения (N500–0), наиболее специфичной к обработке временной информации. Высокий уровень интеллекта у мужчин

сочетается с низкими амплитудами компонентов N0—500 и N500—0. У женщин высокий уровень образного и вербального интеллекта сопровождается низкими, а высокий уровень математического интеллекта — высокими амплитудами компонентов N0—500 и N500—0 [39]. Существуют половые различия и в вегетативном обеспечении успешности деятельности, например, между показателями выполнения зрительно-моторного теста и вариабельностью кардиоритма при предъявлении инструкции [28].

Не менее актуальным является изучение феноменов индивидуальных различий, умственной работоспособности и познавательной деятельности во взаимосвязи с проявлениями активности вегетативной нервной системы [5, 11]. Показано, что уже на этапе чтения инструкции изменения вариабельности сердечного ритма относительно исходного состояния оперативного покоя свидетельствуют о возникновении выраженного эмоционального напряжения, проявляющегося в увеличении частоты сердечных сокращений, снижении вариабельности и изменениях спектральных характеристик кардиоритма. При этом результативность и уровень устойчивости испытуемых к рассогласованию после предыдущих ошибок в процессе последующей деятельности обратно пропорционально коррелируют с данными изменениями вариабельности сердечного ритма [28]. Высокая скорость и точность выполнения интеллектуальных зрительно-моторных заданий разной степени сложности у студентов с высоким уровнем сбалансированности симпатических и парасимпатических влияний, большой общей мощностью, мощностью VLF, LF и HF-диапазонов спектра сопровождается высокой лабильностью вегетативных показателей, их специфичностью к характеру деятельности и приуроченностью к её этапам [14]. Кроме того, ситуации рассогласований и ошибок управления при активности человека в виртуальной компьютерной среде в контексте закономерной и случайной динамики информационных образов вызывают реакцию резкого всплеска симпатической активации в регуляции сердечного ритма. В ситуации неопределённости уровень дезорганизации сердечного ритма достоверно выше по сравнению с ситуациями определенности. В связи с этим было сделано предположение о том, что оперативное управление сердечным ритмом согласовано с уровнем неопределенности информационного образа [4]. Выявлена нелинейная зависимость между воспроизведением заданных сигналов и пауз и данными вариационной ритмопульсометрии, в которой нормотония детерминирует точное воспроизведение заданного ритмического звукового паттерна. Также выявлена зависимость между точностью воспроизведения ритма и уровнем тревожности [7]. Другими авторами показано, что в зрелом возрасте успешность и эффективность деятельности обеспечиваются способностью быстро мобилизовать функциональные ресурсы (симпатотония), поддерживать стабильное функциональное состояние с минимальным расходом ресурсов (ваготония), рационально их

распределять и расходовать (высшие регуляторные центры), что создает предпосылки высокой вариативности индивидуальных стратегий саморегуляции. У молодых же людей зрелость нейрофизиологического регулирования создаёт предпосылки для формирования процессов моделирования условий деятельности и программирования поведения [36].

Эффективность когнитивной деятельности во многом зависит и от нейрогуморального состояния человека. Так, у женщин уровень психоэмоционального напряжения наименьший, а эффективность когнитивной деятельности наибольшая в лютеиновой фазе менструального цикла. Наиболее высокий уровень невербальной креативности наблюдается в овуляторной и лютеиновой, а наибольшее напряжение в фолликулярной и овуляторной фазах цикла, что обусловлено динамикой уровня прогестерона [3, 49].

Важным направлением исследований регуляции целенаправленной деятельности является изучение результативности в зависимости от функционального состояния и наличия стресса. Важно отметить, что функциональное состояние рассматривается как характеристика динамических свойств, раскрывающих уровни активации отдельных регуляторных систем организма, проявляющихся в иерархически организованных колебательных процессах, и их интеграция в организованное целое — организм в его взаимодействии со средой обитания. В формировании же стресса как системной реакции организма была доказана ведущая роль конфликтных ситуаций, в которых невозможно удовлетворить потребности и достичь необходимых результатов, а также влияние индивидуально-типологических особенностей человека [31]. Например, при изучении операторской деятельности в условиях эмоционального стресса, вызванного ложной обратной связью, установлено, что стрессоустойчивость испытуемых сопровождалась снижением у них спектральной мощности тета-ритма и ростом мощности в бета₁-диапазоне, преобладанием активности правого полушария. Неустойчивые к стрессу испытуемые характеризовались снижением спектральной мощности в бета₁-диапазоне с доминированием левого полушария [33]. В других работах рассматриваются временные и пространственные характеристики тета-синхронизации и ЭЭГ-индексы: вовлеченности, волевого усилия, бдительности в качестве коррелятов активации резервных возможностей организма [38]. Также установлено, что перед экзаменом появляется взаимосвязь между успешностью выполнения тестового задания и спектральной мощностью ритмов ЭЭГ, несмотря на её отсутствие ранее. Эффективность деятельности была выше при большей относительной спектральной мощности альфа-ритма и меньшей выраженности дельта-ритма в спектрах ЭЭГ всех областей коры (кроме височных). При этом имеется прямая взаимосвязь снижения эффективности работы перед экзаменом с увеличением относительной спектральной мощности дельта-ритма ЭЭГ правых лобной и височной областей

коры, наиболее выраженным у студентов с высокой ситуативной тревожностью [35]. Также показано, что перед экзаменом у студентов, использующих стратегию тщательной работы с минимальным количеством ошибок, результативность деятельности снижается, что сопровождается увеличением дельта- и снижением бета-индексов ЭЭГ фронтальных областей коры. Используя же стратегию быстрого просмотра тестового материала с допущением большого количества ошибок в ситуации стресса повышают свою результативность и не имеют достоверных изменений относительной спектральной мощности основных ритмов в спектрах ЭЭГ [34].

Обобщение результатов целого ряда исследований показало, что если на начальных стадиях стресса возникает неспецифический информационный синдром дезинтеграции функциональных систем организма, то впоследствии отрицательные эмоции, суммируясь, переходят в состояние «застойного» стационарного возбуждения лимбико-ретикулярных структур. В результате формируется устойчивая патологическая детерминанта, вызывающая вследствие постоянных нисходящих влияний нарушения механизмов регуляции ведущих систем организма, а также дезорганизацию целенаправленной деятельности и поведения [31].

Не менее важным направлением исследований регуляции целенаправленной деятельности является установление зависимости её показателей от связанных с событиями потенциалов мозга. При изучении механизмов оценки мозгом результатов деятельности установлены различия и взаимосвязь характеристик вызванных потенциалов мозга как на само ошибочное действие, так и на предъявление обратной связи о нём. При этом показана ведущая роль в процессах контекстной оценки и сопоставления результатов деятельности передней сингулярной коры и дофаминэргических систем мозга [44]. Также выявлена связь между сигналом о совершенной ошибке, вызывающим необходимость сравнения реального и требуемого ответа, с характеристикой фронто-центрального компонента N200, названной «индексом переориентации внимания». Размер его амплитуды взаимосвязан с соотношениями предъявленного и предыдущего стимулов, особенно в лобных областях коры головного мозга [46]. Ряд авторов связывает поиск и извлечение субъективного временного эталона из долговременной памяти, его сравнение с длительностью предъявляемого стимула, вербализацию и озвучивание результата оценки с комплексом позитивно-негативных компонентов ССПМ (N400, N450–550, PN450–500, P500–800), появляющимся спустя 400 мс после начала стимула. Предполагается, что его источник находится в полушариях мозжечка, височной коре и островковой доле мозга [4]. Наряду с этим при изучении успешности восприятия длительности коротких временных интервалов показано различие в мозговых механизмах их кодирования. Так, если измерение звука по частоте и длитель-

ности кодируется в разных областях слуховой коры, то в оценивании длительности зрительных стимулов участвует не менее двух подсистем: интервалы до 400 мс воспринимаются нейронами хвостатого ядра и слуховой коры, а более длительные — нейронами, локализующимися в теле хвостатого ядра, зрительной коре и мозжечке [32]. Кроме того, извлечение из долговременной памяти субъективного временного эталона при наличии конкурирующего задания наиболее вероятно связано с негативным компонентом ССПМ, возникающим за 250–150 мс до отмеривания интервала времени, источник которого находится в теменной части сингулярной коры правого полушария [40]. Различия в стратегиях «мысленного выполнения моторных задач на время» установлены на основании корреляций между точностью отмеривания, латентным периодом моторного ответа, амплитудами ССП позитивного компонента на участке 400–600 мс (P400–600) от начала зрительного стимула, задающего интервал, и негативного компонента (N200–500). Стратегия «мысленного отсчета секунд» предполагает обращение к субъективному секундному эталону до отмеривания интервала, что проявляется в негативных изменениях P400–600 в теменно-затылочных зонах коры. Стратегия «ориентации на внутренний эталон» предполагает обращение к долговременной памяти во время контролируемой паузы между нажатиями на клавишу при отмеривании интервала, что проявляется в негативных изменениях N200–500 в затылочных областях коры мозга [41].

Обобщение результатов различных направлений изучения регуляции и собственных исследований способствовало пониманию того факта, что информационная составляющая функциональных состояний и высших психических функций содержится (кодируется) не только в импульсной активности нейронов, но и в объёмных пространственно-временных паттернах взаимодействия разных по скоростям и амплитудным параметрам импульсных и волновых форм динамики биопотенциалов. При этом данные процессы реализуются на различных (клеточном, надклеточном, системном) уровнях структурно-функциональной интеграции информационно-управляющих систем мозга [19].

Также одним из современных направлений психофизиологических исследований регуляции целенаправленной деятельности и функционального состояния человека является изучение возможностей их коррекции и активации на основе принципа биологической обратной связи. Показано, что увеличение пластичности нервных процессов и успешная регуляция функционального состояния организма возможны при направленных тренировках, опирающихся на активизацию альфа-ритма в низкочастотном и среднечастотном субдиапазонах, приводящих к развитию функциональных связей между корой и таламусом, а также к синхронизации активности нейронных сетей. Одновременно это приводит к росту точности и скорости ответных реакций на внешние воздействия,

повышению уровня когнитивной активности и памяти [24]. Эффективность подобных тренингов объясняется тем фактом, что рост спектральной плотности мощности альфа-ритма связан с повышением активности дофаминэргической церебральной системы, усилением эмоциональной устойчивости, снижением тревожности, способствующим улучшению показателей целенаправленной деятельности и адаптированности. Увеличение общего уровня мыслительной активности, повышение эффективности овладения приемами когнитивной деятельности и оптимизация психомоторной реактивности возникают и при направленном индивидуальном изменении узкочастотных компонентов ЭЭГ, например, пиковой частоты альфа-ритма [43]. Также показано, что у студентов консерватории повышение исполнительского мастерства, улучшение когнитивной и мнестической деятельности возникает в том случае, если им на основе обратной связи удастся добиться превышения тета-ритма над альфа-компонентами в срединно-лобном отведении [15]. Усиление внимания, направленного воспроизведения информации и общей когнитивной активности происходит и при тренировке увеличения мощности сенсорно-моторного и бета-ритмов [37]. Доказана эффективность влияния на операторскую деятельность процедур биоуправления с обратной связью по сердечному ритму. Подобный кардиотренинг повышает у операторов с исходно выраженной респираторной аритмией эффективность и без того высокой скорости переработки информации при минимальном уровне ошибок распознавания. Значительное же повышение эффективности и качества деятельности возникает у операторов без дыхательной аритмии [9].

Анализ представленных исследований позволяет сделать следующие заключения. Во-первых, при системном изучении психофизиологических основ регуляции целенаправленной деятельности для её оценки преимущественно используют параметр успешности. Данное обстоятельство способствует дальнейшему узкому рассмотрению полученных данных только со стороны процессов обучения, формирования индивидуального опыта и адаптации. Во-вторых, проводившиеся ранее исследования в основном были посвящены изучению и описанию регуляции как деятельности в целом, как единого глобального процесса. Только в отдельных работах регуляцию оценивают как последовательную смену этапов/стадий, что по своей сути является «организацией». При этом чаще всего «регуляция» рассматривается как проявление и динамика различных физиологических процессов, участвующих в организации целенаправленной деятельности. В связи с тем, что структурная «организация» хотя и является основным, наиболее существенным, но всё же только элементом регуляции деятельности, подобный подход исследователей требует, на наш взгляд, определенной коррекции и оптимизации. Важно отметить, что собственно «регуляция» может рассматриваться как разнокачественный по содержанию, различный по сложности

и неоднородности системно-информационный процесс организации активности человека, отдельные элементы которого могут реализовываться одновременно. Косвенным подтверждением этому служат фазовые изменения фокусов мозговой активности [21]. В-третьих, психофизиологическая регуляция целенаправленной деятельности происходит на уровне нейронов, структур мозга и интегративных общемозговых процессов организации поведения (темперамент) человека с наличием существенных половых различий. В-четвёртых, для психофизиологической регуляции целенаправленной деятельности важное значение имеет факт наличия / отсутствия внешней обратной связи, которая, повышая осознание, может использоваться как для совершения действий, так и для регуляции функционального состояния. Исходя из этого, регуляцию целенаправленной деятельности как системно-информационного процесса можно раскрыть на основе анализа динамики достижения результата при многократном совершении однотипных действий в условиях отсутствия и наличия внешней обратной связи. Данный процесс должен иметь собственные индивидуальные характеристики, свойства и соответствовать некоему состоянию системы регуляции. Следовательно, различные его свойства должны иметь собственные нейрофизиологические механизмы обеспечения, изначальный уровень энергетических ресурсов, быть взаимосвязанными с индивидуальными особенностями управления информацией (вниманием) и расходования энергии (темпераментом). При этом убедительные данные, указывающие на эффективность использования введения внешней обратной связи и применения биологической обратной связи, позволяют предположить, что сочетанная оценка успешности регуляции деятельности в условиях отсутствия или наличия внешней обратной связи позволит оценить адаптационные возможности, контролировать, прогнозировать и при необходимости корректировать функциональное состояние организма человека. Соответственно данный подход к психофизиологическим исследованиям регуляции целенаправленной деятельности раскрывает новые перспективы изучения механизмов поведения, адаптации, формирования стресса и вызванных им расстройств, оптимизации профотбора, методов психотерапии и лечения с использованием биологической обратной связи.

Список литературы

1. Анисимов О. С., Глазачев О. С. Методологические основания развития теории функциональных систем // Вестн. Междунар. акад. наук. Русская секция : электрон. период. изд. 2011. № 1. С. 1–5. URL: <http://www.heraldrsias.ru/download/articles/Anisimov.pdf>. (дата обращения: 14.01.2016)
2. Базанова О. М., Афтанас Л. И. Индивидуальные показатели альфа-активности электроэнцефалограммы и невербальная креативность // Рос. физиол. журн. им. И. М. Сеченова. 2007. Т. 93, № 1. С. 14–26.

3. *Базанова О. М., Кондратенко А. В., Кузьмина О. И., Муравлева К. Б., Петрова С. Э.* Эффективность когнитивной деятельности и психоэмоциональное напряжение в разные фазы менструального цикла // *Рос. физиол. журнал им. И. М. Сеченова*. 2013. Т. 99, № 7. С. 820–829.
4. *Бахчина А. В., Парин С. Б., Некрасова М. М., Рунова Е. В., Полевая С. А.* Вегетативное обеспечение когнитивных функций в контексте виртуальной реальности // *Вестн. Нижегород. ун-та им. Н. И. Лобачевского*. 2014. № 1 (2). С. 403–408.
5. *Бескаравайный Е. Б., Гудков А. Б., Белозёров С. П., Бескаравайная А. В.* Психомоторные реакции военнослужащих подразделений специального назначения в процессе выполнения служебно-боевых задач // *Экология человека*. 2014. № 4. С. 52–59.
6. *Вольф Н. В., Тарасова И. В., Разумникова О. М.* Половые различия в изменениях когерентности биопотенциалов коры мозга при образном творческом мышлении: связь с эффективностью деятельности // *Журн. высш. нервной деятельности им. И. П. Павлова*. 2009. Т. 59, № 4. С. 429–436.
7. *Вороненко И. Н.* Особенности воспроизведения временных отрезков и интервалов у студентов с различным типом вегетативной регуляции и уровнем тревожности : дис. ... канд. психол. наук. 2005. 104 с.
8. *Гондарева Л. Н., Ивочкин А. Б., Кологреева Е. В.* Влияние различных видов информации на вероятностную нейродинамическую структуру ЭЭГ полушарий и умственную деятельность студентов // *Вестн. мед. ин-та «РЕАВИЗ»: Реабилитация, Врач и Здоровье*. 2011. № 2. С. 12–15.
9. *Гусева Н. Л., Меницкий Д. Н., Булгакова О. С., Суворов Н. Б.* Адаптивное биоуправление в психофизиологической подготовке операторов // *Сиб. науч. мед. журн.* 2004. Т. 24, № 3. С. 18–24.
10. *Данилова Н. Н.* Роль высокочастотных ритмов электрической активности мозга в обеспечении психических процессов // *Психология. Журн. высш. шк. экономики*. 2006. Т. 3, № 2. С. 62–72.
11. *Дерягина Л. Е., Цыганок Т. В., Рувинова Л. Г., Гудков А. Б.* Психофизиологические свойства личности и особенности регуляции сердечного ритма под влиянием трудовой деятельности // *Медицинская техника*. 2001. № 3. С. 40–44.
12. *Джебраилова Т. Д., Коробейникова И. И., Каратыгин Н. А., Умрюхин Е. А.* Пространственная организация биопотенциалов коры головного мозга и время принятия решения при целенаправленной деятельности человека // *Журн. высш. нервной деятельности им. И. П. Павлова*. 2011. Т. 61, № 2. С. 180–189.
13. *Джебраилова Т. Д., Коробейникова И. И., Каратыгин Н. А.* Лабильность структуры когерентных взаимосвязей биопотенциалов в диапазонах основных ритмов ЭЭГ и эффективность интеллектуальной деятельности человека // *Академ. журн. Запад. Сибири*. 2014. Т. 10, № 3 (52). С. 58–60.
14. *Джебраилова Т. Д., Сулейманова Р. Г., Иванова Л. И., Иванова Л. В.* Индивидуальные особенности вегетативного обеспечения целенаправленной деятельности студентов при компьютерном тестировании // *Физиология человека*. 2012. Т. 38, № 5. С. 58–66.
15. *Евдокимов С. А., Кропотов Ю. Д., Мюлер А., Терещенко Е. П.* Соотношение фазических и тонических составляющих срединного лобного тета-ритма в тесте на внимание // *Физиология человека*. 2006. Т. 32, № 6. С. 5–12.
16. *Журавлев Б. В.* Реверберационная цикличность между клетками мозга как механизм саморегуляционных систем организма. М., 2006. 194 с.
17. *Заиченко А. А.* ЭЭГ-корреляты процессов образования и формирования энграмм модально-специфических видов памяти // *Прикладная психология и психоанализ [Электронный ресурс] : электрон. период. науч. изд.* 2010. № 4. URL: <http://www.ppip.idnk.ru/index.php/-4-2010/4-2011-02-24-12-27-14/-4-2010/66--q-q> (дата обращения: 08.05.2015).
18. *Ивашев С. П.* Системное квантование мыслительной деятельности человека : монография. Волгоград : Изд-во ВолГМУ, 2005. 229 с.
19. *Илюхина В. А.* Психофизиология функциональных состояний и познавательной деятельности здорового и больного человека. СПб. : Н-Л, 2010. 368 с.
20. *Кислова О. О., Русалова М. Н.* Уровни когерентности ЭЭГ человека: связь с успешностью распознавания эмоций в голосе // *Рос. физиол. журн. им. И. М. Сеченова*. 2008. Т. 94, № 6. С. 650–660.
21. *Козлова И. Ю.* Электроэнцефалографические корреляты успешности когнитивной деятельности : автореф. дис. ... канд. мед. наук. 2010. 23 с.
22. *Коробейникова И. И.* Связь внутриволновой пространственной организации биопотенциалов тета-полосы ЭЭГ студентов с различной результативностью выполнения зрительно-пространственных задач // *Известия ЮФУ. Технические науки*. 2012. Т. 136, № 11. С. 169–173.
23. *Коробейникова И. И.* Связь результативности интеллектуальной тестовой деятельности человека с различными спектральными характеристиками альфа-ритма фоновой ЭЭГ // *Тюмен. мед. журн.* 2014. Т. 16, № 3. С. 50–53.
24. *Корюкалов Ю. И.* Синхронизация альфа-ритма биоэлектрической активности в регуляторной функции мозга // *Вестн. ЮУрГУ. Серия «Образование, здравоохранение, физическая культура»*. 2015. Т. 15, № 2. С. 27–32.
25. *Кошелев Д. А., Мачинская Р. И.* Функциональное взаимодействие корковых зон в процессе выработки стратегии когнитивной деятельности. Анализ когерентности тета-ритма ЭЭГ // *Физиология человека*. 2010. Т. 36, № 6. С. 55–60.
26. *Крутенкова Е. П., Есипенко Е. А., Светлик М. В.* Взаимосвязь эффективности решения когнитивных задач при эмоциональном воздействии и мощности ритмов электроэнцефалограммы в состоянии спокойного бодрствования // *Вестн. Том. гос. ун-та*. 2011. № 347. С. 166–169.
27. *Мачинская Р. И., Курганский А. В.* Сравнительное электрофизиологическое исследование регуляторных компонентов рабочей памяти у взрослых и детей 7–8 лет. Анализ когерентности ритмов ЭЭГ // *Физиология человека*. 2012. Т. 38, № 1. С. 5–19.
28. *Муртазина Е. П.* Вариабельность кардиоритма и ее связь с результативностью последующей зрительно-моторной деятельности // *Физиология человека*. 2015. Т. 41, № 2. С. 29–37.
29. *Свидерская Н. Е., Антонов А. Г.* Влияние индивидуально-психологических характеристик на пространственную организацию ЭЭГ при невербально-дивергентном мышлении // *Физиология человека*. 2008. Т. 34, № 5. С. 34–43.
30. *Свидерская Н. Е., Таратынова Г. В., Кожедуб Р. Г.* ЭЭГ-корреляты изменения стратегии переработки информации при зрительном воображении // *Журн. высш.*

нервной деятельности им. И. П. Павлова. 2005. Т. 55, № 5. С. 624–632.

31. *Судаков К. В., Умрюхин П. Е.* Системные основы эмоционального стресса. М. : ГЭОТАР-Медиа, 2010. 112 с.

32. *Сысоева, О. В.* Психофизиологические механизмы восприятия времени человеком : автореф. дис. ... канд. психол. наук. 2004. 26 с.

33. *Украинцева Ю. В., Русалова М. Н.* Психофизиологическая характеристика лиц с различной стрессоустойчивостью // *Успехи физиол. наук.* 2006. Т. 37, № 2. С. 19–40.

34. *Умрюхин Е. А., Джебраилова Т. Д., Коробейникова И. И.* Индивидуальные особенности достижения результатов целенаправленной деятельности и спектральные характеристики ЭЭГ студентов в предэкзаменационной ситуации // *Психол. журн.* 2005. Т. 26, № 4. С. 56–65.

35. *Умрюхин Е. А., Иванова Л. В., Коробейникова И. И., Джебраилова Т. Д.* Электроэнцефалографические корреляты индивидуальных различий эффективности целенаправленной деятельности студентов в экзаменационной ситуации // *Журн. высш. нервной деятельности им. И. П. Павлова.* 2005. Т. 55, № 2. С. 189–196.

36. *Усенко А. Б., Кузьмина К. А.* Вегетативный баланс как природная предпосылка процессов психической саморегуляции // *Психол. исследования [Электронный ресурс] : электрон. науч. журн.* 2011. № 3 (17). URL: <http://psystudy.ru/index.php/num/2011n3-17/490-usenko-kuzmina17> (дата обращения: 21.07.2015).

37. *Федотчев А. И.* Биоуправление и обратная связь от ЭЭГ субъекта в совершенствовании когнитивной деятельности и процессов обучения у человека // *Системный анализ и управление в биомед. системах.* 2008. Т. 7, № 4. С. 1042–1046.

38. *Хало П. В., Бородянский Ю. М.* ЭЭГ-корреляты активации резервных возможностей организма // *Известия ЮФУ.* 2014. № 10. С. 24–33.

39. *Ходанович М. Ю., Есипенко Е. А.* Половые различия при выполнении когнитивных заданий различной сложности // *Вестник Томск. гос. ун-та.* 2014. № 379. С. 214–221.

40. *Ходанович М. Ю., Бушов Ю. В., Вячистая Ю. В.* Процессы актуализации долговременной памяти при отмеривании интервалов времени у человека // *Вестник ТГПУ.* 2006. № 2 (53). С. 9–14.

41. *Ходанович М. Ю., Есипенко Е. А.* Связанные с событиями потенциалы мозга при отмеривании интервалов времени человеком. 1. Различные стратегии выполнения моторных задач на время // *Вестн. Томск. гос. ун-та.* 2007. № 298. С. 231–236.

42. *Шевченко И. Г.* Психофизиологические корреляты интеллекта и мотивации достижения у близнецов (ЭЭГ и событийно-связанные потенциалы) : автореф. дис. ... канд. психол. наук. 2006. 22 с.

43. *Abstra Angelakis E., Stathopoulou S., Frymiare J. L., Green D. L., Lubar J. F., Kounios J.* EEG neurofeedback: a brief overview and an example of peak alpha frequency training for cognitive enhancement in the elderly // *Clin. Neuropsychol.* 2007. Vol. 21, N 1. P. 110–129.

44. *Balker N. E., Holroyd C. B.* Dissociated roles of the anterior cingulate cortex in reward and conflict processing as revealed by the feedback error-related negativity and N200 // *Biol. Psychol.* 2011. Vol. 87, N 1. P. 25–34.

45. *Bonnefond M., Jensen O.* The role of gamma and alpha oscillations for blocking out distraction // *Communicative & Integrative Biology.* 2013. Vol. 6, N 1. P. e22702.

46. *Karanasiou I., Papageorgiou Ch., Tsiانaka E. I., Kyprianou M., Matsopoulos G. K., Ventouras E. M., Uzunoglu N. K.* Mismatch task conditions and error related ERPs // *BBF.* 2010. Vol. 6. P. 14.

47. *Klimesch W., Sauseng P., Hanslmayr S.* EEG alpha oscillations: The inhibition-timing hypothesis // *Brain Res. Revol.* 2007. Vol. 53. P. 63–88.

48. *Strüber D.* Necker cube reversals during long-term EEG recordings: Sub-bands of alpha activity // *Int. J. Psychophysiol.* 2006. Vol. 59, N 2. P. 179–189.

49. *Ziomkiewicz A., Wichary S., Bochenek D., Pawlowski B., Jasienska G.* Temperament and ovarian reproductive hormones in women: evidence from a study during the entire menstrual cycle // *Horm. Behav.* 2012. Vol. 61, N 4. P. 535–540.

References

1. Anisimov O. S., Glazachev O. S. Methodological bases on the development of functional systems theory. *Vestnik mezhdunarodnoi akademii nauk. Russkaya sektsiya* [Herald of the International Academy of Science. Russian Section]. 2011, 1, pp. 1-5. Available at: <http://www.heraldrasias.ru/download/articles/Anisimov.pdf>. (accessed 14.01.2016).

2. Bazanova O. M., Aftanas L. I. Individual Measures of Electroencephalogram Alpha Activity and Non-Verbal Creativity. *Rossiiskii fiziologicheskii zhurnal im. I. M. Sechenova* [Russian Journal of Physiology (formerly I.M. Sechenov Physiological Journal)]. 2007, 93 (1), pp. 14-26. [in Russian]

3. Bazanova O. M., Kondratenko A. V., Kuz'minova O. I., Muravleva K. B., Petrova S. E. Cognitive Efficiency and Psychoemotional Tension in the Various Menstrual Cycle Phases. *Rossiiskii fiziologicheskii zhurnal im. I. M. Sechenova* [Russian Journal of Physiology (Formerly I. M. Sechenov Physiological Journal)]. 2013, 99 (7), pp. 820-829. [in Russian]

4. Bakhchina A. V., Parin S. B., Nekrasova M. M., Runova E. V., Polevaya S. A. Autonomic Support for Cognitive Functions in the Context of Virtual Reality. *Vestnik Nizhegorodskogo universiteta im. N. I. Lobachevskogo* [Vestnik of Lobachevsky University of Nizhni Novgorod]. 2014, 1 (2), pp. 403-408. [in Russian]

5. Beskaravaynyy E. B., Gudkov A. B., Belozarov S. P., Beskaravaynaya A. V. Psychomotor reactions of servicemen of unconventional units in progress of service and combat missions. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2014, 4, pp. 52-59. [in Russian]

6. Vol'f N. V., Tarasova I. V., Razumnikova O. M. Gender-Related Differences in Changes in the Coherence of Cortical Biopotentials During Image-Based Creative Thought: Relationship with Action Efficacy. *Zhurnal vysshei neranoi deyatel'nosti im. I. P. Pavlova* [I. P. Pavlov Journal of Higher Nervous Activity]. 2009, 59 (4), pp. 429-436. [in Russian]

7. Voronenko I. N. *Osobennosti vosproizvedeniya vremennykh otrezkov i intervalov u studentov s razlichnym tipom vegetativnoi regulyatsii i urovnem trevozhnosti (kand. (med.) diss.)* [Peculiarities of reproducing time lengths and intervals in students with different types of vegetative regulation and anxiety levels. PhD (Med.) Diss.]. 2005, 104 p.

8. Gondareva L. N., Ivochkin A. B., Kologreeva E. V. The Influence of Different Information Types on the Probabilistic Neurodynamical Structure of Electroencephalography of Hemisphere and Students Intellectual Functioning. *Vestnik medicinskogo instituta «REAVIZ»: Reabilitatsiya, Vrach*

- i Zdorov'e* [Journal of the Medical Institute «REAVIZ»: Rehabilitation, Physician and Hearth]. 2011, 2, pp. 12-15. [in Russian]
9. Guseva N. L., Menitskii D. N., Bulgakova O. S., Suvorov N. B. Adaptive Biofeedback for Psychophysio-Logic Operators Training. *Sibirskij nauchnyj medicinskij zhurnal* [The Siberian Scientific Medical Journal]. 2004, 24 (3), pp. 18-24. [in Russian]
10. Danilova N. N. The Role of Highfrequency Electrical Brain Activity in the Realization of Psychological Processes. *Psihologija. Zhurnal vysshei shkoly ekonomiki* [Psychology. Journal of the Higher School of Economics]. 2006, 3 (2), pp. 62-72. [in Russian]
11. Deryagina L. E., Tsyganok T. V., Ruvnova L. G., Gudkov A. B. Psychophysiological traits of personality and specific features of cardiac rhythm regulation during occupational activity. *Meditsinskaja tehnika* [Biomedical engineering]. 2001, 35 (3), pp. 166-170. [in Russian]
12. Dzhebrailova T. D., Korobeinikova I. I., Karatygin N. A., Umryukhin E. A. Spatial organization of brain cortex biopotentials and the time of decision making in human goal-directed activities. *Zhurnal vysshei nervnoi deyatel'nosti im. I. P. Pavlova* [I. P. Pavlov Journal of Higher Nervous Activity]. 2011, 61 (2), pp. 180-189. [in Russian]
13. Dzhebrailova T. D., Korobeinikova I. I., Karatygin N. A. Structure lability of coherent interrelations of biopotentials in the ranges of the main ECG rhythms and the efficiency of human intellectual activities. *Akademicheskii zhurnal Zapadnoi Sibiri* [Academic Journal of Western Siberia]. 2014, 10, 3 (52), pp. 58-60. [in Russian]
14. Dzhebrailova T. D., Suleimanova R. G., Ivanova L. I., Ivanova L. V. Individual Specificity of the Autonomic Support of Purposive Activity in Students Performing Computer-Aided Tests. *Fiziologiya cheloveka* [Human Physiology]. 2012, 38 (5), pp. 58-66. [in Russian]
15. Evdokimov S. A., Kropotov Yu. D., Myulor A., Tereshchenko E. P. The Ratio Between the Phasic and Tonic Components of the Frontal Midline Θ Rhythm in the Attention Test. *Fiziologiya cheloveka* [Human Physiology]. 2006, 32 (6), pp. 5-12. [in Russian]
16. Zhuravlev B. V. *Reverberatsionnaya tsiklichnost' mezhdru kletkami mozga kak mekhanizm samoregulyatsionnykh sistem organizma* [Reverberation cyclical between brain cells as a mechanism of self regulatory systems]. Moscow, 2006, 194 p.
17. Zaichenko A. A. EEG Correlates of the Processes of Formation and the Formation of Engrams Modality-Specific Types of Memory. *Prikladnaja psihologija i psihoanaliz: jelektron. period. nauch. izd.* [Applied Psychology and Psychoanalysis: electronic scientific periodicals]. 2010, 4. Available at: <http://www.ppip.idnk.ru/index.php/-4-2010/4-2011-02-24-12-27-14/-4-2010/66--q-q> (accessed 08.05.2015).
18. Ivashev S. P. *Sistemnoe kvantovanie myslitel'noi deyatel'nosti cheloveka: monografiya* [System quantization of human mental activity: monograph]. Volgograd, VolGMU Publ., 2005. 229 p.
19. Ilyukhina V. A. *Psikhofiziologiya funktsional'nykh sostoyanii i poznavatel'noi deyatel'nosti zdorovogo i bol'nogo cheloveka* [Psychophysiology functional states and cognitive activity of healthy and sick person]. Saint Petersburg, N-L. Publ., 2010, 368 p.
20. Kislova O. O., Rusalova M. N. Connection Between the EEC Coherence and Recognition of Emotions in Speech. *Rossiiskii fiziologicheskii zhurnal im. I. M. Sechenova* [Russian journal of physiology (formely I. M. Sechenov Physiological Journal)]. 2008, 94 (6), pp. 650-660. [in Russian]
21. Kozlova I. Yu. *Elektroentsefalograficheskie korrelyaty uspešnosti kognitivnoi deyatel'nosti (avto-ref. kand. diss.)* [Electroencephalographic correlates of successful cognitive performance. Abstract PhD Diss.]. Saint Petersburg, 2010, 23 p.
22. Korobeinikova I. I. Relationship Spatial Characteristics of Theta Range in the EEG of Students With Various Productiviti of Performance for Visual Spatial Tasks. *Izvestiya YuFU. Tekhnicheskie nauki* [Izvestiya SFedU. Engineering sciences]. 2012, 136 (11), pp. 169-173. [in Russian]
23. Korobejnikova I. I. Connection of the effectiveness of human intellectual test activities with different spectral characteristics of the background ECG alpha-rhythm. *Tyumenskii meditsinskii zhurnal* [Tyumen medical journal]. 2014, 16 (3), pp. 50-53. [in Russian]
24. Koryukalov Yu. I. Synchronization of Bioelectrical Activity Alpha-Rhythm of the Brain Regulatory Function. *Vestnik JuUGU. Serija «Obrazovanie, zdavookhranenie, fizicheskaya kul'tura»* [Bulletin SUSU. Series «Education, health, physical education»]. 2015, 15 (2), pp. 27-32. [in Russian]
25. Koshel'kov D. A., Machinskaya R. I. Functional Coupling of Cortical Areas During Problem-Solving Task: Analysis of Θ Rhythm Coherence. *Fiziologiya cheloveka* [Human Physiology]. 2010, 36 (6), pp. 55-60. [in Russian]
26. Krutenkova E. P., Esipenko E. A., Svetlik M. V. Correlation Between Efficiency of Cognitive Tasks Solving Under Emotional Impact and EEG Bands Power in Calm Wakefulness. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta* [Tomsk state university journals]. 2011, 347, pp. 166-169. [in Russian]
27. Machinskaya R. I., Kurganskii A. V. A Comparative Electrophysiological Study of Regulatory Components of Working Memory in Adults And Seven- to Eight-Year-Old Children: An Analysis of Coherence of EEG Rhythms. *Fiziologiya cheloveka* [Human Physiology]. 2012, 38 (1), pp. 5-19. [in Russian]
28. Murtazina E. P. Heart Rate Variability During Reading Instruction and its Interrelationship with Effectiveness of Subsequent Visual-Motor Activities. *Fiziologiya cheloveka* [Human Physiology]. 2015, 41 (2), pp. 29-37. [in Russian]
29. Sviderskaya N. E., Antonov A. G. Influence of Individual Psychological Features on the EEG Spatial Organization in Nonverbal Divergent Thinking. *Fiziologiya cheloveka* [Human Physiology]. 2008, 34 (5), pp. 34-43. [in Russian]
30. Sviderskaya N. E., Taratynova G. V., Kozhedub R. G. EEG Correlates of Change in Information Processing Strategy in Visual Imagery. *Zhurnal vysshei nervnoi deyatel'nosti im. I. P. Pavlova* [I. P. Pavlov Journal of Higher Nervous Activity]. 2005, 55 (5), pp. 624-632. [in Russian]
31. Sudakov K. V., Umryukhin P. E. *Sistemnye osnovy emotsional'nogo stressa* [System basics of emotional stress]. Moscow, GEOTAR Media Publ., 2010, 112 p.
32. Sysoeva, O. V. *Psikhofiziologicheskie mekhanizmy vospriyatiya vremeni chelovekom (avto-ref. kand. diss.)* [Psychophysiological mechanisms of human perception of time. Abstract PhD Diss.]. Moscow, 2004, 26 p.
33. Ukraintseva Yu. V., Rusalova M. N. Psychophysiological Characterization of Persons with Different Resistance to Stress. *Uspekhi fiziologicheskikh nauk* [Success of Physiological sciences]. 2006, 37 (2), pp. 19-40. [in Russian]

34. Umryukhin E. A., Dzhebrailova T. D., Korobeinikova I. I. Individual Features of Achievement of Goal-Directed Action's Results and Spectral Characteristics of EEG of Students in Beforeexam Stress' Situation. *Psikhologicheskii zhurnal* [Psychological Journal]. 2005, 26 (4), pp. 56-65. [in Russian]
35. Umryukhin E. A., Ivanova L. V., Korobeinikova I. I., Dzhebrailova T. D. Individual Features of Achievement of Goal-Directed Action's Results and Spectral Characteristics of EEG of Students in Beforeexam Stress' Situation. *Zhurnal vysshei nervnoi deyatel'nosti im. I.P. Pavlova* [I.P. Pavlov Journal of Higher Nervous Activity]. 2005, 55 (2), pp. 189-196. [in Russian]
36. Usenko A. B., Kuz'mina K. A. Autonomic Nervous System (Autonomic) Balance as a Natural Premise of Mental Self-Regulation. *Psikhologicheskie issledovaniya* [Psychological Studies]. 2011, 3 (17). Available at: <http://psystudy.ru/index.php/num/2011n3-17/490-usenko-kuzmina17> (accessed 21.07.2015).
37. Fedotchev A. I. Biocontrol and Feedback from Subject's EEG in the Perfection of Human Cognitive Activity and Learning. *Cistemnyi analiz i upravlenie v biomeditsinskikh sistemakh* [System analysis and management in biomedical systems]. 2008, 7 (4), pp. 1042-1046. [in Russian]
38. Khalo P. V., Borodyanskii Yu. M. EEG Correlates of Activation of Organism Reserve Opportunities. *Izvestiya Yuzhnogo federal'nogo universiteta* [Proceedings of Southern Federal University]. 2014, 10, pp. 24-33. [in Russian]
39. Khodanovich M. Yu., Esipenko E. A. Sex Differences in the Implementation of Cognitive Tasks of Different Complexity. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta* [Tomsk State University Journals]. 2014, 379, pp. 214-221. [in Russian]
40. Khodanovich M. Yu., Bushov Yu. V., Vyachistaya Yu. V. Processes of Long-Term Memory Actualization on Production of Time Intervals. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta* [Tomsk State Pedagogical University Bulletin]. 2006, 2 (53), pp. 9-14. [in Russian]
41. Khodanovich M. Yu., Esipenko E. A. Event Related Brain Potentials at Measuring of Time Intervals by Human. I. Different Strategies of Performing of Motor Temporal Orienting Tasks. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta* [Tomsk State University Journals]. 2007, 298, pp. 231-236. [in Russian]
42. Shevchenko I. G. *Psikhofiziologicheskie korrelyaty intellekta i motivatsii dostizheniya u bliznetsov (EEG i sobytiino-svyazannye potentsialy) (avto-ref. kand. diss.)* [Psychophysiological correlates of intellect and motivation of achievement in twins (EEG and event-related potentials). Abstract PhD (Med.) Diss.]. Rostov-on-Don, 2006, 22 p.
43. Abstra Angelakis E., Stathopoulou S., Frymiare J. L., Green D. L., Lubar J. F., Kounios J. EEG neurofeedback: a brief overview and an example of peak alpha frequency training for cognitive enhancement in the elderly. *Clin. Neuropsychol.* 2007, 21 (1), pp. 110-129.
44. Balkar N. E., Holroyd C. B. Dissociated roles of the anterior cingulate cortex in reward and conflict processing as revealed by the feedback error-related negativity and N200. *Biol. Psychol.* 2011, 87 (1), pp. 25-34.
45. Bonnefond M., Jensen O. The role of gamma and alpha oscillations for blocking out distraction. *Communicative & Integrative Biology.* 2013, 6 (1), p. e22702.
46. Karanasiou I., Papageorgiou Ch., Tsianaka E. I., Kyrianiou M., Matsopoulos G. K., Ventouras E. M., Uzunoglu N. K. Mismatch task conditions and error related ERPs. *BBF.* 2010, 6, p. 14.
47. Klimesch W., Sauseng P., Hanslmayr S. EEG alpha oscillations: The inhibition-timing hypothesis. *Brain Res. Revol.* 2007, 53, pp. 63-88.
48. Strüber D. Necker cube reversals during long-term EEG recordings: Sub-bands of alpha activity. *Int. J. Psychophysiol.* 2006, 59 (2), pp. 179-189.
49. Ziolkiewicz A., Wichary S., Bochenek D., Pawlowski B., Jasienska G. Temperament and ovarian reproductive hormones in women: evidence from a study during the entire menstrual cycle. *Horm. Behav.* 2012, 61 (4), pp. 535-540.

Контактная информация:

Бердников Дмитрий Валерьевич – кандидат медицинских наук, соискатель кафедры патофизиологии ГБОУ ВПО «Курский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации
Адрес: 305041, г. Курск, ул. Карла Маркса, 3
E-mail: berdnikov@rambler.ru