

6. *Utkin V.A.* Statisticheskie tekhnologii v meditsinskikh issledovaniyakh [Statistical techniques in medical research]: Monografiya. 2<sup>nd</sup> ed. Pyatigorsk: GNIК FMBA, 2012, 212 p.
7. *Yagoda S.A., Zolotarev S.V., Boev O.I., Ivanchenko V.V., Bakumenko K.I., Adon'eva A.N., Kukharova T.V.* Differentsiatsiya ekzogennykh, endogennykh i psikhogennykh psikhicheskikh rasstroystv na osnove elektrodermal'noy aktivnosti [Differentiation of exogenous, endogenous and psychogenic mental disorders based on electrodermal activity], *Psikhicheskoe zdorov'e* [Psychical Health], 2011, No. 10 (65), pp. 77-80.

Статью рекомендовал к опубликованию д.т.н., профессор В.А. Мишагин.

**Кухарова Татьяна Валерьевна** – Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина); e-mail: unit-4@yandex.ru; 357500, г. Пятигорск, просп. 40 лет Октября, 56; тел.: +79614790988; аспирант.

**Kukharova Tatyana Valerevna** – Saint-Petersburg State Electrotechnical University «LETI»; e-mail: unit-4@yandex.ru; 56, Sorok let Oktyabrya Ave., Pyatigorsk, 357500, Russia; phone: +79614790988; postgraduate student.

УДК 57.056

**П.В. Хало, Ю.М. Бородянский**

### **ЭЭГ-КОРРЕЛЯТЫ АКТИВАЦИИ РЕЗЕРВНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ОРГАНИЗМА**

*Статья посвящена анализу возможных ЭЭГ-коррелятов сопутствующих оптимальному функциональному состоянию мозга в экстремальных условиях жизнедеятельности. Приводится краткий исторический анализ проблемы, и обзор современных данных электроэнцефалографических исследований по данной тематике, кратко рассматривается авторская концепция формирования сверхнормативных компетенций. В статье предлагается использовать в качестве ЭЭГ-коррелятов активации резервных возможностей организма временные и пространственные характеристики  $\theta$ -синхронизации и ЭЭГ-индексы: вовлеченности, волевого усилия, бдительности. В целом, проведенный анализ позволяет авторам утверждать, что для определения основных ЭЭГ-коррелятов активации резервных возможностей человека достаточно использование стандартного ЭЭГ-диапазона – 0,5–30 Гц, монополярной стандартной схемы отведений 10–20, по 8 отведениям (Fp<sub>1</sub>, Fp<sub>2</sub>, N<sub>3</sub>, N<sub>4</sub>, P<sub>3</sub>, P<sub>4</sub>, O<sub>1</sub>, O<sub>2</sub>). Приведенный материал может быть интересен специалистам работающим в области изучения измененных состояний сознания, экстремальной медицины, безопасности жизнедеятельности, спорта высших достижений, человек-операторской деятельности, человеко-машинных интерфейсов и многим другим.*

*Электроэнцефалограмма; резервы организма; измененные состояния сознания; экстремальные состояния; оптимальные функциональные состояния.*

**P.V. Halo, Yu.M. Borodyansky**

### **EEG CORRELATES OF ACTIVATION OF ORGANISM RESERVE OPPORTUNITIES**

*The article describes the analysis of possible EEG correlates associated with optimal brain functional state in extreme life conditions. A brief historical analysis of the problem and a review of the current data electroencephalographic studies on this topic are presented. The author briefly discusses the concept of excess competency formation. The article suggests using the following temporal and spatial characteristics of the  $\theta$ -synchronization and EEG indices as the activation EEG correlates of the organism reserve capacity: engagement, strong-willed effort, vigilance. In general, basing on the analysis the authors state that determination of basic EEG correlates of the*

*person backup capability activation requires standard EEG range of 0,5–30 Hz, 10–20 monopolar standard scheme leads, with 8 leads (Fp<sub>1</sub>, Fp<sub>2</sub>, N<sub>3</sub>, N<sub>4</sub>, P<sub>3</sub>, P<sub>4</sub>, O<sub>1</sub>, O<sub>2</sub>). The given material may be of interest to professionals working in the study of altered States of consciousness, emergency medicine, life safety, high performance sport, man-of operator activity, man-machine interfaces, and many others.*

*Electroencephalogram; the reserves of the organism; altered States of consciousness; extreme conditions and optimal functional state.*

Современный этап развития человечества, именуемый «обществом риска», характеризуется возрастанием рисков возникновения чрезвычайных ситуации различного характера. Одним из наиболее уязвимых звеньев здесь выступает человек, его функциональное состояние. Таким образом возникает задача оптимизация функционального состояния человека в повседневной жизнедеятельности, а в долгосрочной перспективе формирование общества безопасного типа, соответственно состоящего из личностей безопасного типа поведения. Отметим, что в образовательных стандартах III поколения уже введен ряд компетенций, отражающий необходимость обучения человека технологиям поведения в экстремальных условиях. Все более актуальными становятся психотехники, направленные активацию резервных возможностей человека, т.е. на развитие сверхнормативных компетенций (СНК) [1–3]. Под СНК понимаются такие компетенции, которые до сих пор не являлись необходимыми в обычной жизни т.е. те навыки, которые еще не достаточно нормированы в современной культуре или нормы которых отсутствуют вообще. По мере их формирования и дифференцировки, они могут переходить в разряд нормативных качеств. Так, способность к глубокой мышечной релаксации была сверхнормативным качеством в Европе к моменту создания аутогенной тренировки И. Шульцем, но в настоящее время считается, хотя и редкой, но нормативной способностью. Техники развития СНК – это аутогенные техники (развитие происходит за счет собственных усилий) и превентивные (развитие направлено на реализацию в некотором будущем). К превентивным СНК можно также отнести и высоконравственные типы поведения, т.к. исторически они еще никогда не переходили в статус устойчивой среднестатистической нормы. В исторической ретроспективе личность безопасного типа имеет ряд поразительных сходств с психологическими качествами, составляющими одновременно кодексы поведения идеального строителя коммунизма, послушников первохристианских общин, членов суфийских таррикатов и пр., что позволяет говорить об общемировой и общеисторической тенденции. Однако до сих пор все социальные проекты нереализованными. Кроме вышеперечисленных, очевидными приложениями СНК можно еще привести все более четко обозначающуюся потребность в умении управлять параметрами мозговой активности для обеспечения прямого управления сложными движениями робототехнических и протезирующих устройств. Существующие разработки подошли к критическому порогу, связанному с ограниченными возможностями человека формировать стойкие заданные паттерны ЭЭГ-активности [4].

Таким образом, целью нашего исследования явился поиск подходов к разработке эффективных методов выявления и активации резервов организма в условиях как повседневной, так и экстремальной деятельности различного характера (физической, умственной, сенсорной, смешанной). А также поддержание высокого уровня готовности организма к действиям в экстремальных условиях как можно более длительное время. Ключевым моментом здесь, по нашему мнению, является разработка методов уверенного формирования расширенных состояний сознания, характеризующихся как феноменальными интеллектуальными и физическими возможностями, так и высокоморальными типами поведения. Вместе с тем, несмотря на многочисленные исследования в этой области, как в нашей стране, так и

за рубежом, не удалось до сих пор создать ни единой теории подобных функциональных состояний (под функциональным состоянием здесь мы понимаем состояние организма позволяющее оптимально выполнять заданную задачу, т.е. некоторую конкретную функцию), ни уверенных методов их инициации.

Каждое функциональное состояние может быть охарактеризовано некоторым числом переменных, именуемых параметрами состояния. Если любому из этих переменных поставить в соответствие координатную ось в многомерном пространстве, то текущее функциональное состояние можно представить, как некоторую область в пространстве состояний, ограниченную механизмами гомеостаза. Тогда законы преобразования определяют траекторию движения в этом пространстве при переходе из одного состояния в другое. Однако предсказание траекторий движения будет успешным лишь в том случае, когда математическое описание функционального состояния будет динамически достаточным, т.е. будет включать в себя достаточное число параметров.

При рассмотрении функционального состояния как системной реакции, неявно предполагается, что основной интерес представляет его динамика во времени. Формально это можно представить следующим образом. Пусть в некоторый момент времени  $t$  человек находится в функциональном состоянии  $\Psi(t)$ , тогда представляет интерес прогноз состояния  $\Psi(t+\tau)$ , где  $\tau$  - время, на которое этот прогноз осуществляется. Прогнозирование, равно, как и управление функцией  $\Psi(t)$  возможно, если известны законы преобразования одного состояния в другое. Эти законы включают в себя набор некоторых параметров  $P$ , которые сами по себе зависят от времени и начального функционального состояния  $\Psi_0$ . Таким образом, функциональное состояние является функцией от  $\Psi_0, P, t, \tau$ . Другими словами, эти законы должны представлять собой описание механизмов обработки текущей информации о состоянии  $\Psi(t)$ , а результатом их действия является новое состояние  $\Psi(t+\tau)$ . Следовательно, определение функционального состояния должно давать указание на то, что необходимо учитывать для формулировки законов преобразования [5].

Таким образом, процесс построения общей модели пространства переходов функциональных состояний должен состоять из последовательных этапов построения пространств состояний, которые будут динамически достаточными, и формулировки законов преобразования для всех переменных состояния в этих пространствах. Пространство функциональных состояний состоит из бесконечного числа точек, характеризующих конкретные состояния. Однако для практических целей можно считать, что существуют толерантные множества, внутри которых отдельные состояния неразличимы. Исследования динамики функциональных состояний связаны также с проблемой эмпирической достаточности. Суть ее сводится к тому, что даже располагая динамически достаточным пространством состояний и законами преобразования, можно оказаться перед фактом практической неизмеримости ряда переменных или параметров (Р. Левонтин, 1978). Причем, речь идет не только и не столько об ограничениях, накладываемых современным уровнем развития техники, а о принципиальной невозможности, например, измерить у отдельного индивида некоторые характеристики, которые в силу своей сути являются свойствами групп, коллектива. Особый интерес представляет точка зрения на функциональные состояния ЦНС Е.Н. Соколова (Е.Н. Соколов, 1975, Соколов, Н.Н. Данилова, 1975). Им обоснованы и экспериментально подтверждены представления о нейронных механизмах формирования функциональных состояний мозга, получившие дальнейшее развитие в работах его сотрудников (Н.Н. Данилова, 1985, 1992, 2006). Согласно этим представлениям, функциональные состояния мозга определяется фоновым уровнем активации, которая, в свою

очередь, зависит от ультрамикроорганизации нейронов. Таким образом, вводятся в рассмотрение как импульсная активность, так и медленные градуальные изменения потенциалов. Поэтому, функциональные состояния мозга можно понимать, как текущий уровень тонических и фазических процессов фоновой активности его систем, определяющий степень готовности этих систем к выполнению функций. Тогда, по аналогии, на более высоком уровне организации под функциональными состояниями человека можно понимать текущий уровень тонических и фазических мозговых процессов, лежащих в основе восприятия, принятия решения и действий с учетом наличия навыков, мотиваций и т.д. и определяющих уровень компетентности в его профессиональной деятельности [5].

В самом деле, различные уровни бодрствования, голод и жажда, эмоциональный фон и т.д., в значительной мере или полностью детерминируются внутренней средой организма. Все эти процессы существенно воздействуют, а иногда оказывают определяющее влияние на эффективность деятельности индивида. Однако при решении задач оценки и прогнозирования состояния представляется целесообразным выделение двух блоков: экзогенного - отражающего процессы, определяющие взаимодействие с внешней средой, и эндогенного - связанного с отражением внутренней среды организма. Эти два блока будут являться подсистемами общей полииерархической системы в которой цель верхнего уровня иерархии будет состоять в организации взаимодействия подсистем нижнего уровня так, чтобы выполнялась целевая функция человека включенного выполняющего роль звена, в функционировании различных систем: социальных, биотехнических и пр. [1].

По мнению К. Прибрама, сформированное функциональное состояние мозга представляет собой устойчивую динамическую структуру потенциалов межнейронных соединений, которая значительно отличается от другой, тоже динамической структуры, но связанной с информационными потоками от органов чувств. Такие представления основываются на многочисленных нейроморфологических и нейрофизиологических исследованиях стволовых структур мозга. Многочисленные рецепторы, расположенные в этих структурах, являются элементами гомеостатических механизмов, контролирующими состояние внутренней среды организма. Конечно, нервные элементы, составляющие структурную основу таких механизмов, испытывают влияние сигналов от различных сенсорных модальностей. Однако такие сигналы лишь корректируют параметры гомеостатических механизмов, не затрагивая их сути. А сами по себе эти механизмы осуществляют регуляцию общего состояния возбудимости мозга, приводя к активации и деактивации ритмов коры, изменениям циклов сон-бодрствование, возникновению тревоги и т.д. Не вызывает сомнения, что сонливость, тревога, депрессия или приподнятое настроение существенным образом влияют на деятельность человека, однако детерминируются они, в основном, различными химическими веществами, вырабатываемыми внутри организма, а следовательно, определяются функциональное состояние мозга. В общем случае любая функциональная система может описываться с точки зрения своих статических и динамических характеристик. Главной из статических характеристик является структура системы, обеспечивающая сохранение основных ее свойств при всевозможных внешних и внутренних воздействиях. В такой системе, как мозг, структура представляет собой совокупность нервных образований и морфологически определенных связей между ними, и в ее описании важную роль играют пространственные отношения. В описании же динамических характеристик системы основным является понятие организации. Организация системы есть процесс упорядочивания взаимосвязей между ее отдельными подсистемами. Таким образом, существенным моментом в оценке организации является учет временных соотношений. Однако организация предполагает

упорядочивание не всех связей вообще, а только тех, которые имеют отношение к реализации целевой функции системы. С другой стороны, взаимосвязи - атрибут структуры, однако в процессе организации отдельные подсистемы взаимодействуют строго избирательно, что и определяет специфику системы. Таким образом, состояние системы характеризуется текущей организацией, направленной на реализацию целевой функции [5].

Важной задачей здесь является разработка методов уверенной оценки и коррекции функционального состояния человека, а также прогнозирования взаимных переходов, из одного функционального состояния в другое и построение топологической карты этих состояний на основе ЭЭГ-коррелятов активации резервных возможностей организма.

По данным Б.М. Владимирского (Б.М. Владимирский 1993) для оценки и прогнозирования функционального состояния человека с помощью ЭЭГ-показателей необходимо учитывать следующее:

1. Более важным является соотношение ритмов ЭЭГ между собой во времени и пространстве, чем изменение их спектров.

2. Показатели пространственно-временной организации ЭЭГ-активности, выявляемые с помощью коэффициентов корреляции второго порядка, позволяют с высокой вероятностью обнаруживать изменения функциональных состояний.

3. Помимо известных  $\Delta$ ,  $\theta$ ,  $\alpha$  и  $\beta$ -ритмов имеется еще один с периодом колебаний 1,25–3,33 Гц, не являющийся  $\Delta$ -ритмом, но модулирующий амплитуды всех остальных ритмов.

4. Изменчивость ЭЭГ-активности в лобных и центральных областях головного мозга лишь в небольшой части (от 15 до 45 %) может быть объяснена за счет корково-корковых связей.

5. Соотношения между интегральными оценками ЭЭГ-активности, отражающими регуляторные возможности отдельных областей мозга, их парных взаимодействий и взаимодействий между совокупностями областей мозга, могут служить для диагностики функциональных состояний и прогнозирования качества деятельности человека в зависимости от характера перерабатываемой информации [5].

Согласно концепции когерентных структур электрической активности коры головного мозга (Н.Е. Свидерская, Л.М. Шлитнер, 1990; Н.Е. Свидерская, Т.Д. Королькова, 1997) для оценки функциональных состояний, в частности состояний творчества целесообразно разделить ЭЭГ-диапазон от 0.5 до 30 Гц на 22 частотных поддиапазона (см. табл. 1).

Граничные значения поддиапазонов ЭЭГ согласно концепции когерентных структур электрической активности коры головного мозга (Н.Е. Свидерская, Л.М. Шлитнер, 1990; Н.Е. Свидерская, Т.Д. Королькова, 1997).

По данным указанных авторов когерентные связи между корковыми потенциалами на ряде частот интенсивнее. Пики интенсивности когерентности (в терминологии авторов - когерентные структуры) следуют через относительно равные промежутки – 1,31 Гц, каждая такая когерентная структура имеет свою пространственную динамическую локализацию. На основе этих данных ими был предложен набор когерентных связей между биопотенциалами коры головного мозга как система пространственно-частотных резонаторов, осуществляющих роль информационных единиц. Изменения в рамках одного и того же частотного диапазона могут иметь разнонаправленный характер. Например, низкочастотная  $\theta$ -активность повышается, среднечастотная - снижается, а высокочастотная - не изменяется. Взаимодействуя между собой в пространстве, разночастотные пространственные резонансные объединения формируют фокусы повышенной активности (Н.Е. Свидерская, Т.А. Королькова, Л.В. Тишанинова, 1993). Эти фокусы

представляют собой области максимальной интеграции приходящей в кору головного мозга информации и их можно представить, как динамические ассоциативные области, способные к максимальному приему и переработке сигналов.

Таблица 1

Номер частотного поддиапазона	Гц	Номер частотного поддиапазона	Гц
1	1.75	12	16.00
2	3.00	13	17.25
3	4,50	14	18.75
4	5.75	15	20,00
5	7.25	16	21.25
6	8.25	17	22.50
7	9.75	18	24.00
8	11,00	19	25.50
9	12.25	20	27.00
10	13.50	21	28.50
11	14.75	22	30.00

Проведенный нами анализ в [6] позволил сделать следующие предварительные выводы:

1. Активация резервных возможностей человека как правило сопровождается сильным эмоциональным возбуждением;

2. Если эмоциональное возбуждение имеет положительный знак, то состояния активации как правило эксплицитны (осознанны), если отрицательный, то – имплицитны (бессознательны);

3. При активации резервных возможностей происходит усиление роли имплицитных процессов;

4. Для повышения уровня осознанности, в состояниях активации резервных возможностей (в противном случае индивид может просто не суметь эффективно использовать данное психофизиологическое состояние) традиционно применяют различные психотехнические приемы, направленные на тренировку произвольного полимодального внимания.

5. Значительную роль здесь играет психологическая вовлеченность (мотивация на решение поставленной задачи).

По данным ряда исследователей в восприятии, обработке и оперировании эмоциональной информацией существуют значительные гендерные различия. Например, женщины успешнее мужчин в осознании и выражении своих эмоций (Burton, Levy, 1989; Cozby, 1973; Grossman, Wood, 1993), более склонны к описанию своих эмоциональных состояний (Asthana, Mandal, 1998; Dimberg, Lundquist, 1990; Hannah et al., 2009), в большей степени, склонны искать соответствие между эмоциями и поведением (Cupchik, Leventhal, 1974; Dienstbier, Muntzer, 1971; Geer, 1965; Griffitt, et al., 1974), проявляют больше интереса к лицам (Proverbio et al., 2008), и значительно успешнее мужчин в понимании информации, передаваемой посредством выражений лиц (Bradley et al., 2001; Frisch, 1995; Hampson et al., 2006; Knyazev et al., 2008, 2009; Thayer, Johnsen, 2000). Известно также, что существуют различия между мужчинами и женщинами в активации мозговых структур при обработке эмоциональной информации (Derntl et al., 2010; Lee et al., 2005; Schneider et al., 2001). Можно думать, что существуют эволюционные предпосыл-

ки этих отличий (Archer, 2004), восприятию (McGinness, Pribram, 1979), памяти (Volf, Razumnikova, 1999), воображении (Hsu et al., 1994), вербальных (Hyde, Linn, 1988) и пространственных способностях (Vecchi, Girelli, 1998) и т.п.

В исследованиях ЭЭГ-коррелятов эксплицитной и имплицитной обработки эмоциональной информации Я.Ю. Слободского-Плюснина (2011) было показано:

- ◆ индивиды с высокими оценками эмоционального интеллекта, эмоциональной чувствительности и эмоциональной включенности демонстрируют значимо более выраженную  $\theta$ -синхронизацию в ответ на предъявление эмоциональных стимулов, чем индивиды с низкими оценками по данным шкалам;
- ◆ вызванная синхронизация в  $\theta$ -диапазоне сильнее при предъявлении эмоциональных, чем нейтральных стимулов, а также более выражена у испытуемых с высокими, чем с низкими показателями эмоционального интеллекта, эмоциональной включенности и эмоциональной чувствительности;
- ◆ обработка эмоциональной зрительной информации в эксплицитном и имплицитном режимах отличается по временным и пространственным характеристикам  $\theta$ -синхронизации: бессознательная обработка информации происходит в первые 250–300 мс и задействует дорзальный зрительный тракт, тогда как сознательная обработка протекает в более поздние временные интервалы и задействует вентральный зрительный тракт;
- ◆ временная динамика и корковая локализация ЭЭГ-процессов связанных с сознательным и подсознательным восприятием эмоциональной информации, подчиняется законам, выявленным для восприятия нейтральной зрительной информации, что опровергает гипотезу, согласно которой восприятие эмоциональных и нейтральных стимулов происходит по разным каналам;
- ◆ наличие гендерных различий в ЭЭГ-динамике корковых реакций при сознательной и подсознательной обработке эмоциональных стимулов, при этом, у мужчин более выражен подсознательный, быстрый тип обработки эмоций, тогда как у женщин превалирует сознательная, более медленная и детальная обработка.

Взаимосвязь между произвольным полимодальным вниманием, уровнем мотивации и качеством выполнения задачи может быть определена с помощью ЭЭГ-индексов, описанных в зарубежных психофизиологических исследованиях для выполнения ряда когнитивных задач: на компенсаторное слежение, зрительно-моторную координацию, качества запоминания (см. табл. 2).

В частности, исследования А.Т. Камзановой (2011) показали, что приведенные ЭЭГ-индексы, могут быть использованы для оценки психологической вовлеченности в решение когнитивных задач.

В ряде исследований высказывалось предположение о возможности судить о готовности организма к функциональной перестройки по индексу пароксизмальной активности неэпилептического характера (П.А. Цаем и др. при исследовании творческих состояний вызванных гипнотическим трансом, П.В. Быковым в психотехниках циклического дыхания, В.И. Лебедевым и др., в парадоксальной фазе сна, М. Сифром и др., при сенсорной депривации, Н.П. Бехтеревой, А.В. Берусом, А.Б. Журавлевым и др., при исследованиях феномена «кожного зрения» и во многих других исследованиях связанных с экстремальными психо-когнитивными состояниями) [7–10].

Таблица 2

**ЭЭГ-индексы и их характеристики**

ЭЭГ-индексы	Определение ЭЭГ индекса	Авторы индексов
Вовлеченности	$\beta/(\alpha+\theta)$	F.G. Freeman с соавт.
Сложности задачи	$\theta/\alpha$	A. Gevins, M. Smith
Усилия (указывает на диспозицию в мотивации)	Величина $\theta$ -ритма (передняя фронтальная, фронтальная и фронтально-центральная)	A. Gevins с соавт.
Бдительности	Уровень подавления нижнего $\alpha$ -диапазона (фронтальная, центральная, париетальная, окципитальная, темпоральная)	W. Klimesch
Обработки информации	Уровень подавление верхнего $\alpha$ -диапазона (фронтальная, центральная, париетальная, окципитальная, темпоральная)	W. Klimesch

Таким образом, в качестве ЭЭГ-коррелятов активации резервных возможностей организма могут быть использованы:

1. Для определение эмоциональной вовлеченности – показатели синхронизация в  $\theta$ -диапазоне и ЭЭГ-индексы: вовлеченности и усилия.

2. Для определения уровня полимодального внимания – ЭЭГ-индекс бдительности.

3. Для определения уровня усиления имплицитных процессов – временные и пространственные характеристики  $\theta$ -синхронизации.

4. Для определения готовности организма к функциональной перестройки – индекс пароксизмальной активности неэпилептического характера.

В целом, проведённый анализ позволяет утверждать, что для решения поставленных задач достаточно использование стандартного ЭЭГ-диапазона - 0,5–30 Гц, монополярной стандартной схемы отведений 10-20, по 8 отведениям (Fp<sub>1</sub>, Fp<sub>2</sub>, N<sub>3</sub>, N<sub>4</sub>, P<sub>3</sub>, P<sub>4</sub>, O<sub>1</sub>, O<sub>2</sub>).

**БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Хало П.В. Концепция активации резервных возможностей человека как полииерархической функции или в чем смысл жизни // Научно-методический электронный журнал "Концепт". – 2013. – Т. 4, № 34. – С. 1956-1960.
2. Хало П.В. Эмоциональные компоненты в формировании расширенных состояний сознания // Вестник Таганрогского государственного педагогического института. – 2009. – № 2. – С. 350-353.
3. Хало П.В., Галалу В.Г., Омельченко В.П. Модели и принципы активации резервных возможностей организма // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2010. – № 9 (110). – С. 63-70.
4. Хало П.В., Хвалебо Г.В., Лебединская И.Г. Повышение качества физкультурно-спортивной деятельности с помощью произвольного полимодального внимания // Вестник Таганрогского государственного педагогического института. – 2013. – № 1. – С. 166-171.
5. Владимирский Б.М. Оценка функционального состояния человека-оператора по ЭЭГ-показателям: Дис. ... д-ра биол. наук. – М., 1993. – 67 с.



6. *Хало П.В.* Модели и принципы активации резервных возможностей организма. Монография. – Таганрог, 2013. – 360 с.
7. *Цай П.А.* Электрофизиологические паттерны восприятия информации неокортикальными структурами и лимбической системой мозга в континууме недирективной индукции транса. Режим доступа: <http://www.tsai.kh.ua/articles/62-2010-07-22-12-50-07>.
8. *Быков П.В.* ЭЭГ корреляты психофизиологического состояния человека в процессе циклического дыхания: Дис. ... канд. мед. наук. – М., 2006. – 149 с.
9. *Лебедев В.И.* Личность в экстремальных условиях. – М.: Политиздат, 1989. – 303 с.
10. *Бехтерева Н.П.* Здоровый и больной мозг человека. – М., СПб.: АСТ; Сова., 2010. – 399 с.

## REFERENCES

1. *Khalo P.V.* Kontsepsiya aktivatsii rezervnykh vozmozhnostey cheloveka kak polliierarkhicheskoy funktsii ili v chem smysl zhizni [The concept of activation of the backup capabilities of man as polyarchical features or what is the meaning of life], *Nauchno-metodicheskii elektronnyy zhurnal "Kontsept"* [Methodical-scientific electronic journal "Concept"], 2013, Vol. 4, No. 34, pp. 1956-1960.
2. *Khalo P.V.* Emotsional'nye komponenty v formirovaniy rasshirenykh sostoyaniy soznaniya [Emotional components in the formation of extended States of consciousness], *Vestnik Taganrogskego gosudarstvennogo pedagogicheskogo instituta* [Bulletin of the Taganrog state pedagogical Institute], 2009, No. 2, pp. 350-353.
3. *Khalo P.V., Galalu V.G., Omel'chenko V.P.* Modeli i printsipy aktivatsii rezervnykh vozmozhnostey organizma [Models and principles that activate the reserve capacity of the body], *Izvestiya YuFU. Tekhnicheskie nauki* [Izvestiya SFedU. Engineering Sciences], 2010, No. 9 (110), pp. 63-70.
4. *Khalo P.V., Khvalebo G.V., Lebedinskaya I.G.* Povyshenie kachestva fizkul'turno-sportivnoy deyatel'nosti s pomoshch'yu proizvol'nogo polimodal'nogo vnimaniya [Improving the quality of sports activities by using arbitrary multimodal attention], *Vestnik Taganrogskego gosudarstvennogo pedagogicheskogo instituta* [Bulletin of the Taganrog state pedagogical Institute], 2013, No. 1, pp. 166-171.
5. *Vladimirskiy B.M.* Otsenka funktsional'nogo sostoyaniya cheloveka-operatora po EEG-pokazatelyam: Dis. ... d-ra biol. nauk [Assessment of the functional state of the human operator EEG indicators. Dr. boil. sc. diss.]. Moscow, 1993, 67 p.
6. *Khalo P.V.* Modeli i printsipy aktivatsii rezervnykh vozmozhnostey organizma [Models and principles that activate the reserve capacity of the body]. Monografiya. Taganrog, 2013, 360 p.
7. *Tsay P.A.* Elektrofiziologicheskie patterny vospriyatiya informatsii neokortikal'nymi strukturami i limbicheskoy sistemoy mozga v kontinuumе nedirektivnoy induktsii transa [Electrophysiological patterns of perception neocortical structures and limbic system of the brain in the continuum indirect trance induction]. Available at: <http://www.tsai.kh.ua/articles/62-2010-07-22-12-50-07>.
8. *Bykov P.V.* EEG korrelyaty psikhofiziologicheskogo sostoyaniya cheloveka v protsesse tsiklicheskogo dykhaniya: Dis. ... kand. med. nauk [EEG correlates of psycho-physiological state of circular breathing. Cand. med. sc. diss.]. Moscow, 2006, 149 p.
9. *Lebedev V.I.* Lichnost' v ekstremal'nykh usloviyakh [A person in extreme conditions]. Moscow: Politizdat, 1989, 303 p.
10. *Bekhtereva N.P.* Zdorovyy i bol'noy mozg cheloveka [Healthy and diseased human brain]. Moscow, St. Petersburg: AST; Sov., 2010, 399 p.

Статью рекомендовал к опубликованию д.б.н., профессор В.П. Омельченко.

**Хало Павел Владимирович** – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Таганрогский государственный педагогический институт им. А.П. Чехова"; e-mail: [nabard@yandex.ru](mailto:nabard@yandex.ru); 347905 г. Таганрог, ул. 1-я Котельная, 6<sup>а</sup>, тел.: +7 9289657560; кафедра физической культуры; к.т.н.; доцент.

**Боромянский Юрий Михайлович** – Южный Федеральный университет; e-mail: [borodyansky@yandex.ru](mailto:borodyansky@yandex.ru); г. Таганрог, ул. Александровская, 87, кв. 5; тел.: 89185051716, кафедра САиТ; к.т.н.; доцент.

**Halo Pavel Vladimirovich** – Federal state educational institution of higher professional education "Taganrog state pedagogical Institute named after A.P. Chekhov"; e-mail: nabard@yandex.ru; 6a, 1st Kotelnaj street, Taganrog, 347905, Russia; phone: +79289657560; the department of physical culture; cand. of eng. sc.; associate professor.

**Borodyansky Yuri Mikhailovich** – Southern Federal University; e-mail: borodyansky@yandex.ru; 87, Alexandrovskaya street, fl. 5, Taganrog, Russia; phone: +79185051716; the department of SA&T; cand. of eng. sc.; associate professor.

УДК 57.084.1 + 004.046

**К.И. Ключев, Д.С. Голуб, Е.П. Муртазина, Б.В. Гурковский, Б.В. Журавлев**  
**РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ САМОПРОИЗВОЛЬНОГО ОБУЧЕНИЯ КРЫС**  
**В УСЛОВИЯХ СВОБОДНОГО ВЫБОРА РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВНЫХ**  
**СИГНАЛОВ И ПОДКРЕПЛЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ**  
**ИНТЕРАКТИВНОГО СЕНСОРНОГО МОНИТОРА «TOUCH-SCREEN»**

*Данная работа посвящена созданию модели самопроизвольного обучения крыс в условиях свободного выбора условных сигналов на сенсорном экране для получения пищевых подкреплений различной ценности, что позволит в дальнейшем исследовать нейрофизиологические и нейрохимические механизмы процессов активного выбора и принятия решений. Главным отличием разработанной модели является нестатичность выводимых на экран стимулов. Созданная модель предполагает два движущихся с разной скоростью стимула. Соответственно более быстрый, для нажатия на который требуется приложить более усилий гарантирует большую награду. Эксперименты проводились в стандартном боксе производства Lafayette Instruments. Программная часть реализована с использованием программного обеспечения ABET II. Полученные в экспериментах данные обрабатывались с помощью программ Excel и MathLab, в которых были построены паттерны поведения, позволяющие делать выводы о процессе выбора. В целом результаты, полученные в экспериментах говорят о большом потенциале данной модели для дальнейших опытов.*

*Самопроизвольное обучение; выбор; сенсорный экран; крысы.*

**K.I. Klyuev, D.S. Golub, E.P. Murtazina, B.V. Gurkovskii, B.V. Zhuravlev**  
**ELABORATION (DESIGN) OF RATS SPONTANEOUS TEACHING MODELS**  
**WITH FREELY CHOSEN DIFFERENT CONDITIONAL SIGNALS AND**  
**REINFORCEMENTS USING INTERACTIVE «TOUCH-SCREEN» MONITOR**

*This work is focused on designing rats' spontaneous teaching model with freely chosen different conditional signals on touch-screen monitor to get food reinforcements of various value. In future, it will contribute to the research of neurophysiological and neurochemical mechanisms of active choice and decision-making. The main model difference is the "unstatic" form of stimulus on the screen. The designed model suggests two stimuli moving with different speed. The faster one being obviously harder to touch provides better reward. The experiments were carried out in Lafayette Instrument's standard box. Program part was written using ABET II software. The obtained data was processed in Excel and MathLab with behavior patterns to draw conclusions on the choice making process. Generally, the obtained results show a great potential of the designed model for future experiments.*

*Spontaneous learning; choice; touch screen; rat.*

Социальная деятельность человека и обитание животных в естественных условиях осуществляется только в процессе самостоятельного активного выбора окружающих воздействий, собственной программы действий и оценки достигаемых результатов целенаправленной деятельности. Наиболее близкими к этологи-