

УДК 612.424:613.693:615.471

**А.А. Рыбченко, В.И. Короченцев, Г.А. Шабанов, Ю.А. Лебедев,
Н.Г. Шабанова**

ОЦЕНКА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ЧЕЛОВЕКА-ОПЕРАТОРА НА ОСНОВЕ ИНДУКЦИОННОЙ МАГНИТОЭНЦЕФАЛОГРАФИИ

Работа посвящена вопросам интегральной оценки функционального состояния человека-оператора на основе спектрального анализа биоэлектрической активности головного мозга. Предлагается концепция матрицы функциональных состояний "multiple arousal", образованной ретикулярными образованиями мозга. На этой основе разработана методика спектрального анализа диффузной биоэлектрической активности головного мозга и обоснована частотно-топическая система координат для отображения и анализа полученной информации. Разработаны основные принципы функционально-топической диагностики заболеваний внутренних органов – выделение очага патологически усиленного возбуждения, стадий воспалительного и опухолевого процессов, получены индексы интегральной оценки здоровья человека. Проведен спектральный анализ глобальной биоэлектрической активности головного мозга с использованием электроэнцефалографии у пациентов с острой и хронической ишемической нейрооптикопатией и первичной открытоугольной глаукомой. Выявлен ряд характерных особенностей у исследуемых, проявляющихся десинхронизацией работы полушарий, а так же повышением амплитуды спектральной оценки определенных частотных диапазонов электроэнцефалографии.

Функционально-топическая диагностика; очаг патологии; стадии воспалительного процесса; индексы здоровья.

**A.A. Rybchenko, V.I. Korochencev, G.A. Shabanov, Yu.A. Lebedev,
N.G. Shabanova**

ESTIMATION OF FUNCTIONAL CONDITION OF A HUMAN OPERATOR ON THE BASIS OF CEREBRAL RHYTHMIC ACTIVITIES

The paper reviews the issues of diagnosing the internal organ diseases via spectrum analysis of the cerebral bioelectric activity and offers the concept of multiple arousal functional status matrix caused by reticular brain formations. The concept serves as a basis for creating the spectrum analysis methods of diffuse bioelectrical cerebral activity and substantiating the system of frequency – topical coordinates used to display and analyze the information produced. The authors have developed basic principles for functional topical diagnostics of the internal organ diseases, namely, finding the focus of pathologically intensified excitation, inflammatory and neoplastic stages, and identified indices of the human health integral estimates. The results of the comparative spectral analysis of brain biopotential for the patients with ischemic optic nerve and primary open-angle glaucoma disorders according to electroencephalography are studied. The revealed specific features show the presence of brain activity desynchronization, and the increased amplitude of spectral estimation in certain frequency ranges of electroencephalography.

Functional topical diagnostics; nidus; inflammatory stages; health indices.

В последние десятилетия широко развились структурно-топографические методы диагностики заболеваний внутренних органов – рентгенография, ультразвуковое исследование и ангиография, компьютерная и магнитно-резонансная томография, позитронно-эмиссионная томография и т.п. Вклад лучевых технологий в клинический диагноз по мировым оценкам сейчас достигает 90 %. К сожалению, эта технически совершеннейшая диагностическая технология ставит врача перед фактом развившегося патологического процесса, который перешел в свою финальную стадию – некомпенсированных морфологических изменений органа. При этом начальная, достаточно длительная по времени, стадия заболевания в виде нарушения

трофики, выраженной дисфункции, незначительных компенсированных структурных изменений обычно оказывается упущенной. В связи с этим и для методов функциональной диагностики назрел переход от детального исследования отдельных функций (ЭКГ, миография, поликардиография, внешнее дыхание, гормоны и пр.) к системному методу *функционально-топической* диагностики.

Интегральная оценка функционального состояния человека-оператора, донологическая и нозологическая диагностика, коррекция здоровья и прогноз его изменения во времени, приобретают все большее значение, в связи с выраженным психоэмоциональным и физическим напряжением, выступающих в качестве факторов нарушений жизненно важных функций. В работе [1] описан специализированный комплекс оценки, прогноза и коррекции состояния здоровья операторов роботизированных систем. Функционально-топический метод, это взгляд на функционирующий организм как на целое, пусть не с такой высокой разрешающей способностью, но с целью выявить те свойства и взаимосвязи функции органов и организма между собой и с окружающей средой, которые ускользают при узконаправленных исследованиях. Понятно, что функционально-топический метод может быть реализован при изучении только системы, которая управляет отдельными функциями и интегрирует внутренние органы в единое целое. Этот объект – центральная нервная система (ЦНС).

Нами последовательно разрабатывается представление об активирующей системе мозга как системе связанных многочастотных осцилляторов [2]. Вызванный потенциал в любой специфической проекционной системе коры головного мозга сопровождается появлением постстимульной диффузной ритмической волны, относительно длительно генерируемой в неспецифической активирующей системе мозга (АС) – ретикулярная формация, неспецифический таламус, стриатум, кора. Применялось хроническое раздражение афферентного звена эффектора, выделение постстимульной диффузной ритмической активности головного мозга и ее спектральный анализ методом суммации на полосовых фильтрах.

Для съема диффузного ритма активирующей системы мозга использовался двухканальный магнитоэнцефалограф индукционный «РС МЭГИ-01» [3]. Магнитоэнцефалограф представляет собой две дифференциальные пары катушек. Активные катушки L1-1 (правая) и L2-1 (левая) расположены в височно-теменных областях левого и правого полушария. Дифференциальные пассивные катушки L2-1 и L2-2 вынесены за пределы головы на расстояние не менее 1м и располагаются строго в плоскостях активных катушек. Диаметр индукционного датчика – 7 см; Количество витков провода – 8000.

Чувствительность такого магнитометра не менее 3,7 пТл на 1 кв. мм поверхности катушки, при суммарном развиваемом выходном напряжении 10 мкВ. Активные катушки образуют идеальные монополярные отведения без индифферентного электрода. Отсутствуют все артефакты, связанные с ненадежностью перехода электрод-гель-кожа. В целом, такая схема расположения катушек позволяет надежно снимать суммарную глобальную электрическую активность левого и правого полушария головного мозга в диапазоне частот от 30 до 0,1 Гц. Время подготовки аппарата к работе не более трех минут. Возможна работа с забинтованной головой. Применение цифровой фильтрации и дифференциальной схемы включения датчиков позволяют работать в неэкранированном помещении [3].

Следует отметить ряд особенностей, выявленных при сравнении индукционной магнитоэнцефалограммы (МЭГ) и опорной электроэнцефалограммы (ЭЭГ). Ориентация и расположение активных индукционных катушек выполнена так, что они регистрируют только магнитные диполи возникающие преимущественно в тангенциальных волокнах и клеточных элементах поверхностного слоя коры моз-

га. Ряд авторов считают, что этот наиболее древний I-II слой коры связан с регуляцией функционального состояния мозга, модуляцией активности радиально расположенных клеточных корковых колонок, стволовыми проекциями в кору, диффузной активностью, сигнализацией о боли и т.п. [4]. Синхронное сравнение опорной ЭЭГ и МЭГ методом наложения огибающих спектра на выделенных частотных отрезках, показали значительные отличия этих двух сигналов. Так в большинстве исследований МЭГ наблюдался синхронный в обоих полушариях ведущий глобальный ритм в полосе частот 3–4 Гц, при полном его отсутствии в ЭЭГ. Доминирующий в ЭЭГ ритм 8–9 Гц, отсутствовал в МЭГ. И далее, если в МЭГ регистрировался выраженный синхронный по полушариям частотный пик в любой спектральной области, в ЭЭГ в этой области наблюдалось снижение спектральной оценки сигнала. Локальные выраженные асимметрии спектра в левом и правом полушариях совпадали в ЭЭГ и МЭГ, но были зеркально отражены по латеральности.

На основе сформулированной гипотезы о том, что ЭЭГ и МЭГ регистрируют глубинную и поверхностную составляющие глобального синхронного ритма мозга, которые контролируют разные подкорковые источники и вероятно, отражающие таламическую (8–9 Гц) и гиппокампальную активность (3–4 Гц), которая реципрокно модулирует функциональное состояние корковых колонок коры головного мозга и периферических эффекторов.

Особенности спектрального анализа. Большинство результатов по спектральному анализу ЭЭГ было получено при изучении коротких (до десятка секунд) отрезков. Именно в таких интервалах протекает оперативная работа мозга. Не менее существенное значение имеют длительные состояния активности мозга (минутный диапазон), определяющие функциональный «контекст», от которого зависят многие формы когнитивной деятельности: состояния сна-бодрствования, эмоциогенных центров, процессы вегетативного регулирования и т.п. В нашем случае, для спектрального анализа активирующей системы мозга выбрано время суммации 160 сек – среднее время смены устойчивых состояний мозга. Для изучения выбран лишь один параметр – совпадение по частоте множества осциллирующих элементов мозга без учета состояния их фаз. Максимальное число таких активных одночастотных элементов будет давать максимальную спектральную оценку. Спектральная оценка проводилась с помощью быстрого преобразования Фурье. Частота опроса при вводе данных – 256 Гц. Частотное квантование – 0,06 Гц. Использовалось программное разбиение частотной оси на 840 частотных полос (узкополосная фильтрация). Ширина полосы непостоянна и составляла 3 % от центральной частоты. Попавшие в полосу фильтрации амплитуды спектральных частот в результате БПФ-преобразования интегрировались. Центральной частоте присваивалась получившаяся амплитуда интегральной спектральной оценки. Центральные частоты образовывали ряд геометрической прогрессии с числом членов 840. Коэффициент геометрической прогрессии – $2^{1/24}$. Опорная верхняя частота – 27,005 Гц.

Система частотных координат. Глобальная биоэлектрическая активность мозга представляет собой многочастотный паттерн ВО от множества афферентных источников и анализаторов. Наиболее выраженной фоновой активностью обладают постоянно активные соматическая и висцеральная анализаторные системы. Так, по мнению А. Варбановой [5] доля висцерального анализатора в суммарной активности ВО неспецифических структур мозга достигает 80%. Для ориентации в бесконечно большом пространстве частот нами была предложена матрица множества функциональных состояний “multiple arousal”, отражающая метамерный план строения периферической нервной системы по соматическому типу [6]. Было ус-

тановлено, что ВО оказались специфичными при раздражении различных участков кожного анализатора. В эксперименте просматривается четкая связь между участком кожи (рецептором), топографией фокуса максимальной активности (ФМА) в системе колонок соматосенсорной коры (X,Y) и центральной частотой ВО глобального ритма головного мозга.

Этот фундаментальный принцип позволил представить «схему тела» помимо известной сомато-сенсорной карты в коре, и в виде частотного поля вызванных осцилляций, связанного по оси X (медиолатеральное направление) с 32 кожными дерматомами и с 7 зонами внутри каждого дерматома по оси Y (переднее-заднее направление). Для улучшения разрешающей способности по дерматому каждая из 7 зон была разделена на 5 равных участков. Аналогично, используя фармакологические пробы, сфокусированное раздражение внутренних органов ультразвуком [7], была получена частотная матрица “multiple arousal” для поля висцеральных рецепторов.

Программное обеспечение позволяет суммировать, вычитать матрицы, проводить процедуры корреляции и дисперсии между элементами матрицы, функциями огибающими спектральные ячейки, выделять очаги аномальной активности ячеек матрицы. Было доказано, что для достижения статистически значимых результатов для одного обследуемого, необходим анализ 3–5 матриц (кадров информации), снятых последовательно во времени.

Используя разработанный метод, было изучено представительство кожного анализатора (схемы тела) как компоненты в ритмической активности головного мозга. Длительное раздражение кожных рецепторов вызывалось мазью «Финалгон». Топографически раздражение наносилось в соответствии с соматической сегментацией схемы тела – сегментарные дерматомамы и зональная иннервация внутри дерматома. Было доказано, что раздражение определенного участка кожного анализатора вызывает появление частотно специфического диффузного ритмического паттерна. В работе схема тела представлена как многочастотная осцилляторная система – матрица, состоящая из семи частотных октав (семь известных анатомических зон внутри дерматома) и семи главных тонов внутри каждой октавы, которые расширены до 32 обертонов (по числу 32-х дерматомов) (рис. 1). Каждая октава совпадает с классическим делением ритмической активности головного мозга на диапазоны. Осцилляторная сегментарная матрица (СМ) – функционально законченная система от 27,0 до 0,21 Гц. Выдвинута концепция, что ретикулярная активирующая система мозга представляет собой многочастотную матрицу функциональных состояний “multiple arousal”, которая обладает возможностью длительного поддержания множества независимых функциональных состояний эффекторов. Экспериментально показано, что в *физиологических условиях покоя* основная доля глобальной ритмической активности АС связана с восходящим потоком афферентации с фоновоактивных (постоянно активных) интерорецепторов вегетативной нервной системы. Для каждой группы ритмически активных рецепторов внутренних органов характерна своя базовая центральная частота [7, 8] и специфический ритмический паттерн, который формирует АС мозга. Эти предположки легли в основу серии исследований по обоснованию возможности функционально-топической диагностики заболеваний внутренних органов. Изучение влияния различных селективных фармакологических блокаторов и агонистов различных групп рецепторов внутренних органов показало, что функциональная активность эффектора связана с повышением амплитуды, синхронизацией полушарий в соответствующих узких спектральных областях. Снижение функциональной активности периферических рецепторов ведет к выраженному снижению амплитуды спектральной оценки и десинхронизации полушарий. Появление в ЦНС очага па-

тологически усиленного возбуждения сопровождается выраженными аномалиями спектральной оценки в соответствующей спектральной области, возрастанием градиента в соседних областях спектра одноименного полушария, асимметрией левого и правого полушария. Изучены спектральные координаты большей части групп висцеральных рецепторов, например: F1-4 (15,0 – 12,6 Гц) – «бета» – адренорецепторы гладкой мускулатуры бронхов, F2-3 (10,5 – 9,35 Гц) – «альфа» – адренорецепторы артериальных сосудов ПЖ и т.п.

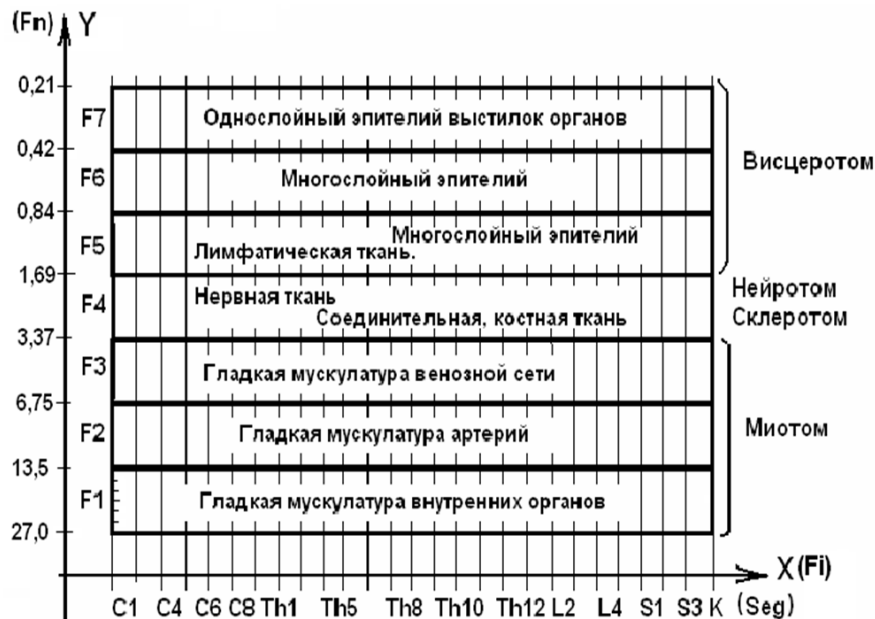


Рис. 1 Соматическая частотно-топическая система координат «Сегментарная матрица» (СМ). Схема тела представлена ячейками от C1 до K – сегментарное строение кожного анализатора X(Fi); F1-F7 – зональное строение внутри каждого дерматома Y(Fn). На схему тела наложена частотная матрица (Fn, Fi) из семи октав F1-F7; в каждой октаве 32 тона по числу сегментов (Fi), слева внизу указана самая высокая частота октавы в Гц. Справа – тканевая классификация метамерной организации висцерального анализатора

Проведение биопсии из различных отделов желудочно-кишечного тракта, раздражение органа ультразвуковым лучом, позволило смоделировать появление очагов патологически усиленного возбуждения в различных органах, привязать их к координатам СМ, изучить их частотную и сегментарную топографию. Установлено, что для достаточно надежной регистрации координат очага патологии необходимо увеличение времени суммации фоновой ЭЭГ не менее чем до 5 кадров по 160 с. Изучены основные принципы метамерной организации в ЦНС висцерального анализатора [1, 7].

Разработан способ выделения в ритмической активности головного мозга очагов патологически усиленного возбуждения, вызывающих в эффекторных органах выраженные функциональные и тканевые нарушения. Исследована возможность диагностики стадий развития воспалительного и опухолевого процесса по состоянию и соотношению активности различных групп тканевых рецепторов в очаге патологии [9]. Разработан способ качественной оценки состояния функции органа. На основе анализа СМ удалось построить функцию адапционного по-

тенциала (АП Fi), которая отражает состояние тонической активности СМ для каждой группы рефлексов внутренних органов. При воздействии любого стресс-фактора функция АП Fi отвечает адаптационной реакцией асимметрии левого и правого полушарий, направленной на коррекцию состояния группы рефлексов внутренних органов и организма в целом. На этих принципах нами предложен ряд индексов интегральной оценки состояния здоровья пациента.

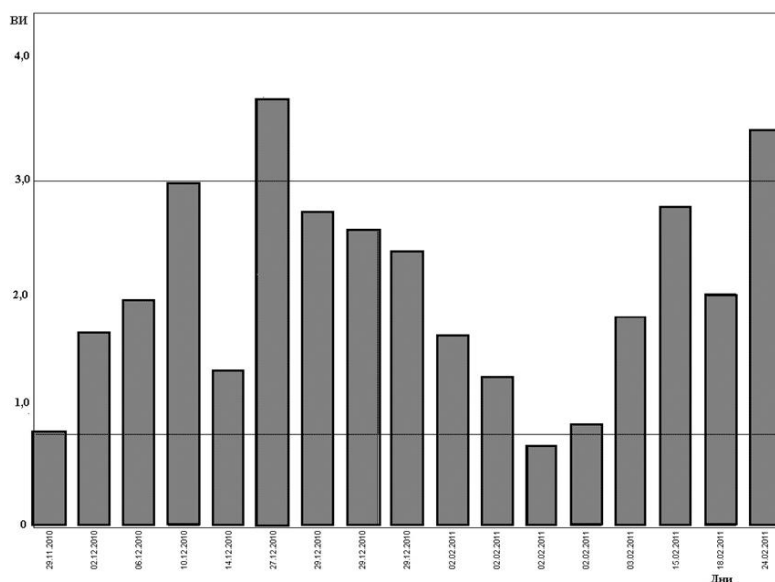


Рис. 2. Динамика изменения вегетативного индекса ВИ пациента А. По оси абсцисс – дни исследования; ординат – значения ВИ. Горизонтальные линии – границы нормы

Разработан «ВИ» (вегетативный индекс) – соотношение активности симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы. Определяется как отношение площади участка функции АП Fi, связанного с адренергическими рефлексами гладкой мускулатуры, тонуса сосудов, к площади участка функции, связанного с холинергическими рефлексами эпителиальной ткани и мускулатуры. Индекс изменяется от 12 до 0,1 ед. – от выраженной симпатикотонии до ваготонии (рис. 2).

Разработан «ПН» (показатель напряжения) – состояние тонической активности рефлексов, формирующих возбуждение различных тканевых слоев коры надпочечника и вызывающих доминирующую активацию организма в ряду: адреналин, норадреналин, дофамин, альдостерон, кортизол, кортизон, кортикостерон. При этом состояние организма определяется от острого стресса к реакции тренировки и полного расслабления (от 7 до 0,1 ед.). Разработан «ИИЗ» (индекс индивидуального здоровья), оценивающий степень асимметрии функции АП Fi. Индекс изменяется от 1 до 7 (от идеального баланса до декомпенсации) и характеризует количество и качество компенсаторных реакций на данный момент времени.

Для оценки возможностей использования разработанного аппаратного комплекса в целях диагностики возможных дисфункций у человека-оператора, связанных с его трудовой деятельностью, была выбрана ранняя стадия открытоугольной глаукомы, как заболевание с полифункциональным генезом и крайне редко диагностируемая в доклинических стадиях. В процессе выполнения диссертаци-

онной работы Я.Ф. Пестряковой [10] при выявлении ранних признаков патологии была показана высокая эффективность применения магнитоэнцефалографа. Автором было обследовано 100 человек, из них 50 больных ПОУГ (23 (46 %) мужчины и 27 (54 %) женщин) и 50 условно здоровых добровольцев (25 (50 %) мужчин и 25 (50 %) женщин). Возраст больных глаукомой, составивших основную группу, был 45–72 лет. Возраст условно здоровых лиц контрольной группы составил 40–70 лет. Средний возраст пациентов $66,3 \pm 5,6$ лет в основной группе, $65,9 \pm 4,0$ лет – в контрольной.

В исследовании участвовали пациенты с подозрением на первичную открытоугольную глаукому, а также больные впервые выявленной начальной стадией ПОУГ, не получающие лечение. У всех пациентов собирали подробный анамнез, проводили стандартное офтальмологическое обследование, включающее визометрию, тонометрию, кинетическую периметрию, офтальмобиомикроскопию, прямую и обратную офтальмоскопию. Кроме того, все пациенты с подозрением на глаукому и с впервые выявленной глаукомой были дополнительно обследованы в глаукомном кабинете Краевого диагностического центра, где им проводили гониоскопию, НРТ – исследование (гейдельбергскую ретинотомиографию), статическую периметрию при помощи компьютерного периметра «AP-1000» фирмы «Tomey» (Япония).

Исследование биоэлектрической активности головного мозга проводилось на регистраторе спектра магнитоэлектрической активности головного мозга индукционным «РС МЭГИ-01». Было доказано, что для достижения статистически значимых результатов для одного обследуемого, необходим анализ всего 3-5 кадров последовательно съема магнитоэнцефалограммы по 160 с каждый.

В результате программно – аппаратного анализа на компьютере получают графики, отображающие кривые, огибающие частотный спектр правого и левого полушария. Величина спектральной оценки выражается в относительных единицах по шкале ординат от 0 до 10 ед. Шкала ординат отображает частотные диапазоны в пределах от 0,13 до 27 Гц, условно называемые «функции», соответствующие определенному типу вегетативных рецепторов (F1 – F7). Каждая функция представлена вдоль сегментарной оси от С1 к К в соответствии с сегментарным строением спинного мозга: шейные сегменты – С1 – С8, грудные – Th1 – Th12, поясничные – L1–L5, крестцовые – S1–S5, К.

Допплерографию сосудов орбиты провели у 25 пациентов (50 глаз) основной и 25 (50 глаз) лиц контрольной групп. При этом исследовали спектр кровотока в центральной артерии сетчатки (ЦАС), центральной вене сетчатки (ЦВС), задних коротких, задних длинных ресничных артериях и глазничной артерии (ГА). Оценивали пиковую систолическую скорость (Vs), конечную диастолическую скорость (Vd) и индекс резистентности (RI). Измерение выполняли на УЗ-сканере SONOACE 9900 PRIME линейным датчиком 12 МГц в триплексном режиме.

Дополнительно вышеперечисленным пациентам провели тонографическое исследование для оценки гидродинамических показателей глаз с расчетом истинного внутриглазного давления (P_o), коэффициента легкости оттока камерной влаги глаза (С), минутного объема камерной влаги глаза (F) и коэффициента Беккера (КБ).

Все результаты были обработаны с использованием методов описательной и вариационной статистики при помощи компьютерной программы Statistic 6.0. Для оценки достоверности качественных признаков был применен критерий «хи-квадрат» (χ^2). Количественные признаки включали в себя числовые выражения амплитуды, а также разности амплитуд огибающих спектра правого и левого полушарий в определенных частотных диапазонах. Для выявления достоверности

сравниваемых выборок применяли непараметрический критерий Манна – Уитни. Статистически значимыми считали различия, при которых коэффициент достоверной вероятности (p) был ниже 0,05. Анализ взаимосвязей проведен с помощью коэффициента корреляции Пирсона (cor) с определением чувствительности и специфичности применяемых диагностических методов.

Оказалось, что при начальной стадии первичной открытоугольной глаукомы с высокой степенью достоверности выявлены характерные изменения спектра биоэлектрической активности головного мозга, что позволяет использовать электроэнцефалографическое исследование как дополнительный скрининговый метод в ранней диагностике глаукомы.

В Медобъединении ДВО РАН на автоматизированном мониторинге, с использованием комплекса «РС МЭГИ-01», находится более 800 ведущих ученых. Полученные при мониторинге здоровья данные позволяют в ранние сроки не только определить степень напряженности адаптационных механизмов, но и выявлять группы лиц с выраженными дисфункциями или патологическими состояниями, которые нуждаются в активных профилактических, корригирующих мероприятиях, контролировать их эффективность, строить динамику изучаемых процессов во времени. Наличие автоматизированной обработки с реализацией функций целенаправленного дообследования, планирования и управления профилактическими мероприятиями, позволяют эффективно использовать технологию в центрах здоровья, отделениях профилактики и восстановительной медицины, санаториях и курортах, а так же в работе семейных врачей для динамического наблюдения и коррекции состояния здоровья как отдельных лиц, так и групп населения [7].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Рыбченко А.А., Короченцев В.В., Лебедев Ю.А., Шабанов Г.А., Максимов А.Л. Исследование и разработка специализированного комплекса оценки, прогноза и коррекции состояния здоровья операторов роботизированных систем на основе анализа ритмической активности головного мозга // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2010. – № 9 (110). – С. 31-34.
2. Шабанов Г.А., Рыбченко А.А., Максимов А.Л. Модель активирующей системы пространственной организации биопотенциалов головного мозга: теоретическое и экспериментальное обоснование // Вестник СВНЦ ДВО РАН. – 2005. – № 1. – С. 49-56.
3. Рыбченко А.А., Шабанов Г.А., Лебедев Ю.А., Короченцев В.И. Регистратор спектра магнитоэлектрической активности головного мозга индукционный «РС МЭГИ-01» // Медицинская техника. – 2013. – № 6. – С. 4-7.
4. Ата-Муратова Ф.А. Развивающийся мозг. Системный анализ. – М.: Медицина, 1980. – 296 с.
5. Варбанова А. Интерорецепция и тонус мозга // Успехи физиологических наук. – 1982. – Т. 13, № 3. – С. 82-96.
6. Шабанов Г.А. План строения тела в спектре интегральной ЭЭГ // Тез. докл. XVII съезда физиологов России. – Ростов-на-Дону, 1998. – С. 302.
7. Шабанов Г.А., Максимов А.Л., Рыбченко А.А. Функционально-топическая диагностика организма человека на основе анализа ритмической активности головного мозга. – Владивосток: Дальнаука, 2011. – 206 с.
8. Бурсиан А.В. Пейсмекеры висцеральных систем // Успехи физиологических наук. – 2008. – Т. 39, № 4. – С. 3-13.
9. Шабанов Г.А., Рыбченко А.А., Пегова Е.В., Меркулова Г.А. Способ диагностики состояния внутренних органов. (Стадии воспалительного процесса). Патент №2321340. Приоритет от 04.07.2006. Заявка № 2006124045. Опубликовано 10.04.2008. Бюл. № 10.
10. Пестрякова Я.Ф. Скрининговая диагностика и коррекция некоторых патогенетических нарушений при первичной открытоугольной глаукоме: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. – Красноярск, 2013. – 22 с.

REFERENCES

1. *Rybchenko A.A., Korochentsev V.V., Lebedev Yu.A., Shabanov G.A., Maksimov A.L.* Issledovanie i razrabotka spetsializirovannogo kompleksa otsenki, prognoza i korrleksii sostoyaniya zdorov'ya operatorov robotizirovannykh sistem na osnove analiza ritmicheskoy aktivnosti golovnogogo mozga [The research and development of specialized complex evaluation, prognosis and correction of health operators of robotic systems based on the analysis of rhythmic brain activity], *Izvestiya YuFU. Tekhnicheskie nauki* [Izvestiya SFedU. Engineering Sciences], 2010, No. 9 (110), pp. 31-34.
2. *Shabanov G.A., Rybchenko A.A., Maksimov A.L.* Model' aktiviruyushchey sistemy prostranstvennoy organizatsii biopotentsialov golovnogogo mozga: teoreticheskoe i eksperimental'noe obosnovanie [Model activating system of the spatial organization of brain potentials: theoretical and experimental validation], *Vestnik SVNTs DVO RAN* [Bulletin of the North-East Scientific Center, Russia Academy of Sciences Far East Branch], 2005, No. 1, pp. 49-56.
3. *Rybchenko A.A., Shabanov G.A., Lebedev Yu.A., Korochentsev V.I.* Registrator spektra magnitoelektricheskoy aktivnosti golovnogogo mozga induktsionnyy «RS MEGI-01» [The Registrar of the spectrum of electromagnetic brain activity induction "MS MAGEE-01"], *Meditsinskaya tekhnika* [Medical Technology], 2013, No. 6, pp. 4-7.
4. *Ata-Muradova F.A.* Razvivayushchiysya mozg. Sistemnyy analiz [Developing brain. System analysis]. Moscow: Meditsina, 1980, 296 p.
5. *Varbanova A.* Interoretseptsiya i tonus mozga [Interpretacija and tone of the brain], *Uspekhi fiziologicheskikh nauk* [The success of physiological Sciences], 1982, Vol. 13, No. 3, pp. 82-96.
6. *Shabanov G.A.* Plan stroeniya tela v spektre integral'noy EEG [The body plan in the spectrum of the integrated EEG], *Tez. dokl. XVII s"ezda fiziologov Rossii* [Abstracts of the XVII Congress of physiologists Russia]. Rostov-on-Don, 1998, pp. 302.
7. *Shabanov G.A., Maksimov A.L., Rybchenko A.A.* Funktsional'no-topicheskaya diagnostika organizma cheloveka na osnove analiza ritmicheskoy aktivnosti golovnogogo mozga [Functionally topical diagnostics of the human body based on the analysis of rhythmic brain activity]. Vladivostok: Dal'nauka, 2011, 206 p.
8. *Bursian A.V.* Peysmekery vistseral'nykh sistem [Peismekery visceral systems], *Uspekhi fiziologicheskikh nauk* [The success of physiological Sciences], 2008, Vol. 39, No. 4, pp. 3-13.
9. *Shabanov G.A., Rybchenko A.A., Pegova E.V., Merkulova G.A.* Sposob diagnostiki sostoyaniya vnutrennikh organov. (Stadii vospalitel'nogo protsessa) [The method of diagnostics of internal organs. (The stage of the inflammatory process)]. Patent №2321340. Prioritet ot 04.07.2006. Zayavka № 2006124045. Opublikovano 10.04.2008. Byul. № 10.
10. *Pestryakova Ya.F.* Skriningovaya diagnostika i korrleksiya nekotorykh patogenicheskikh narusheniy pri pervichnoy otkrytougol'noy glaukome: Avtoref. dis. ... kand. med. nauk [Screening diagnosis and correction of pathogenic disorders in primary open-angle glaucoma: Abstract. Cand. med. sc. diss.]. Krasnoyarsk, 2013, 22 p.

Статью рекомендовал к опубликованию д.б.н., профессор И.Н. Богданович.

Рыбченко Александр Алексеевич – Научно-исследовательский центр «Арктика» ДВО РАН; e-mail: neurokib@mail.ru; 690022, г. Владивосток, ул. Кирова, 95; тел.: 84232313321; лаборатория экологической нейрокибернетики; зав. лабораторией; д.т.н.; профессор.

Короченцев Владимир Иванович – e-mail: vkoroch@mail.ru; кафедра приборостроения; зав. кафедрой; д.ф.-м.н.; профессор.

Шабанов Геннадий Анатольевич – лаборатория экологической нейрокибернетики; ведущий научный сотрудник; к.б.н.

Лебедев Юрий Альбертович – лаборатория экологической нейрокибернетики; ведущий математик.

Шабанова Нина Геннадьевна – Тихоокеанский государственный медицинский университет; аспирант.

Rybchenko Alexander Alekseevich – Research center “Arctica” DVO RAN; e-mail: neurokib@mail.ru; 95, Kirova street, Vladivostok, 690022, Russia; phone: +74232313321; ecological neurocybernetic laboratory; director of laboratory; dr. of eng. sc.

Korochencev Vladimir Ivanovich – e-mail: vkoroch@mail.ru; the department of instrumentation; head the department; dr. of phys-mat. sc.; professor.

Shabanov Gennadiy Anatolevich – ecological neurocybernetic laboratory; senior research assistant; cand. of biolog. sc.

Lebedev Yuriy Albertovich – ecological neurocybernetic laboratory; principal mathematician.

Shabanova Nina Gennadevna – Pacific State Medical University; postgraduate student.