

УДК 612.424:613.693:615.471

**А.А. Рыбченко, В.И. Короченцев, Ю.А. Лебедев, Г.А. Шабанов,  
А.Л. Максимов**

**ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО  
КОМПЛЕКСА ОЦЕНКИ, ПРОГНОЗА И КОРРЕКЦИИ СОСТОЯНИЯ  
ЗДОРОВЬЯ ОПЕРАТОРОВ РОБОТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ  
НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА РИТМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ГОЛОВНОГО  
МОЗГА**

*Приводится блок-схема и основные характеристики специализированного комплекса оценки, прогноза и коррекции состояния здоровья операторов роботизированных систем на основе анализа ритмической активности головного мозга.*

*Нейрокибернетика; диагностика; прогноз; коррекция; оператор; программно-аппаратный комплекс.*

**A.A. Rybchenko, V.I. Korochentsev, Yu.A. Lebedev, G.A. Shabanov,  
A.L. Maximov**

**RESEARCH AND DEVELOPMENT OF SPECIALIZED COMPLEX INTENDED  
FOR ESTIMATION, PREDICTION AND CORRECTION OF THE HEALTH  
STATE OF THOSE WHO OPERATE ROBOTIZED SYSTEMS BASED ON THE  
ANALYSIS OF THE BRAIN RHYTHMICAL ACTIVITY**

*In the article, presented is a block-scheme and basic characteristics of the specialized complex developed for estimation, prediction and correction of the health state of those people who operate robotized systems based on the analysis of the brain rhythmical activity.*

*Neurocybernetics; diagnostics; prediction; correction; operator; hard-&- software complex.*

Интегральная оценка функционального состояния человека-оператора, донозологическая 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 риск-факторов нарушений жизненно важных функций. Как известно, последствия производственного стресса могут проявляться в повышении психофизиологической «цены» деятельности, перенапряжении и истощении регуляторных механизмов функциональных систем, обеспечивающих адаптацию организма к факторам жизнедеятельности и в конечном итоге – ухудшении состояния здоровья работающих. Лица с выраженной компонентой операторского труда наиболее подвержена риску развития синдрома эмоционального выгорания (СЭВ), характеризующегося психическим и физическим как истощением, так и перенапряжением, возникающим вследствие продолжительного профессионального стресса. Подчеркнем, что жалобы на усталость, бессонницу, неустойчивое артериальное давление, агрессивность, раздражительность, неспособность сосредоточиться, оправдание потребления табака, алкоголя, формальное выполнение работы, падение интереса к новым теориям и идеям и др., характеризующие СЭВ, трудно интерпретировать в терминах патологии с точки зрения клиницистов. Всё это дает основание ошибочно относить обследуемого к категории здоровых лиц или рассматривать жалобы как симптомы уже имеющегося заболевания. Известно, что серьезные нарушения физиологических функций могут развиваться как бы внезапно. Как правило, сигналом для обращения к врачу и приема лекарств служит появление болей или плохое самочувствие. Эти субъективные ощущения часто оказываются малоинформативными и несвоевременными для предупреждения об угрожающем состоянии здоро-

вья. Поэтому особенно важен донозологический подход к оценке здоровья, так как с его помощью могут быть выявлены начальные и еще полностью обратимые изменения в организме, вызванные неблагоприятными воздействиями длительного профессионального стресса или другими экстремальными факторами окружающей среды.

Однако, несмотря на очевидную актуальность данной проблемы, удовлетворительного решения ее на сегодняшний день пока нет.

В результате проведенных фундаментальных и прикладных исследований разработан специализированный комплекс, который реализует функции двух функционально связанных медицинских аппаратов, работающих в единой пространственно-частотной сегментарной системе координат «Сегментарная матрица» (СМ), органично отражающей схему строения периферического отдела вегетативной нервной системы и основные принципы висцеросоматической интеграции [1]. Для диагностики и определения спектральных (частотных) координат очагов патологической активности в центральной нервной системе реализуются функции, заложенные в разработанном нами магнитоэнцефалографическом спектральном анализаторе-сумматоре биопотенциалов головного мозга человека [2]. Нормализация и коррекция выраженных дисфункций организма и ряда вредных привычек производится низкоинтенсивным электромагнитным полем с помощью программируемого «Корректора функционального» специально разработанного в лаборатории для этих целей [3].

Основу индукционного датчика магнитоэнцефалографического спектрального анализатора-сумматора составляют катушки (L1 и L2), которые регистрируют электромагнитные излучения головного мозга человека в частотном диапазоне от 27 до 0,13 Гц по двум каналам. Чувствительность индукционного датчика составляет 0,2 пТл. Цифровые усилители биопотенциалов обеспечивают усиление сигнала по обоим каналам до необходимого значения. Цифровые фильтры обеспечивают фильтрацию сигнала в частотном диапазоне от 27 до 0,13 Гц и подавление сигнала выше 27 и ниже 0,13 Гц. Спектральная оценка проводится с помощью быстрого преобразования Фурье. Результат спектрального анализа фиксируется в сегментарной матрице.

V1, V6 – инфракрасные излучатели, расположенные в лобной части головы слева и справа. V3, V5 – инфракрасные излучатели, расположенные в височной части головы слева и справа. V2, V4 – инфракрасные излучатели, расположенные на шее сзади слева и справа. L1, L4 – электромагнитные излучатели, расположенные в височной части головы слева и справа. L2, L3 – электромагнитные излучатели, расположенные на шее сзади.

Корректирующий блок комплекса обеспечивает выполнение процедур, нормализующих состояние функций внутренних органов. Воздействие на ритмические компоненты биоэлектрической активности мозга осуществляется низкоинтенсивным магнитным полем и инфракрасным излучением. Частота модуляции – от 0,13 до 3500 Гц; шаг изменения частоты – 1,029; количество каналов корректирующего воздействия – до 16; мощность электромагнитного излучения – не более 1 мТл; мощность инфракрасного излучения – не более 25 Вт/м<sup>2</sup>.

Корректирующая часть комплекса, по результатам функционально-топической диагностики позволяет: воспроизводить действие большинства фармакологических препаратов; прицельно ослаблять очаги патологически усиленного возбуждения (торможения); усиливать (ослаблять) энергию колебаний активирующей системы мозга в узких частотных диапазонах, гармонизируя межполушарные отношения; навязывать нейродинамические последовательности, характерные для здорового мозга.

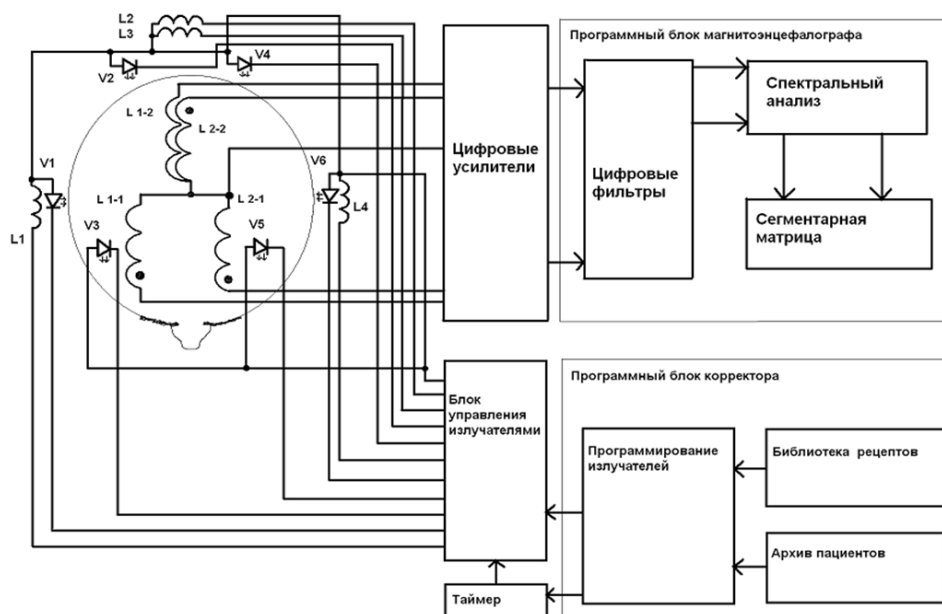


Рис. 1. Блок-схема специализированного комплекса

В целом разработанный специализированный комплекс обеспечивает в работе реализацию замкнутого технологического цикла: «диагностика выраженных дисфункций – коррекция состояний – контроль эффективности коррекции». Таким образом возможно осуществлять длительное наблюдение за состоянием здоровья оператора; проводить корректирующие профилактические мероприятия; накапливать и обрабатывать в базе данных лечебно-диагностическую информацию с выдачей заключений.

Для верификации получаемых с помощью разработанного комплекса заключений, обследовались лица с выраженной симпатикотонией, нормотонией, ваготонией, а также пациенты с клиническим и лабораторно подтвержденным диагнозом. На основании диагностической части комплекса были получены: вегетативный индекс (ВИ), индекс напряжения (ИН), индекс индивидуального здоровья (ИИЗ). Индексы построены на основе сравнения спектральных оценок огибающих спектра разных групп висцеральных рецепторов, спектральной площади синхронизации и десинхронизации полушарий мозга, оценки его функциональной асимметрии и могут быть использованы для экспресс-оценки адаптационных механизмов и уровня здоровья, а также для динамического контроля за состоянием операторов роботизированных систем.

Разработанный аппаратный комплекс и реализуемая на его основе технология проста в проведении обследования, не требует значительных затрат времени, неинвазивна, надежна, обладает высокой точностью и объективностью полученных результатов. Это оборудование может функционировать в условиях, когда его обслуживает сам оператор без посторонней помощи. При необходимости персональный компьютер поможет связаться с Центром мониторинга здоровья через любую информационную сеть.

Специализированный комплекс предназначен: для диагностики выраженных дисфункций и патологического очага в конкретном участке органа, указывая его локализацию (мышцы, сосуды, соединительная ткань, различные виды эпителия и

вид задействованных рецепторов); коррекции функциональных состояний; снятия стресса; лечения депрессии, бессонницы, синдрома хронической усталости, болевого синдрома нейрогенной природы.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Шабанов Г.А., Рыбченко А.А.* Способ выявления местоположения функционально подобных зон в анатомически завершённых полях рецептивной чувствительности. Патент №2217046, приоритет от 25.12.2001 г. Москва, 27.11.2003 г.
2. *Лебедев Ю.А., Максимов А.Л., Рыбченко А.А., Шабанов Г.А.* Магнитоэнцефалографический спектральный анализатор-сумматор биопотенциалов головного мозга человека. Патент на полезную модель № 72395 от 20 апреля 2008 года. Опубликовано: 20.04.2008 года. Бюл. № 11.
3. *Рыбченко А.А., Лебедев Ю.А., Шабанов Г.А., Короченцев В.И.* Программно-аппаратный комплекс для коррекции выраженных дисфункций внутренних органов человека на основе анализа ритмической активности головного мозга // Медицинская техника. – 2010. – № 1. – С. 27-30.

**Рыбченко Александр Алексеевич**

**Лебедев Юрий Альбертович**

**Шабанов Геннадий Анатольевич**

Научно-исследовательский центр «Арктика» ДВО РАН.

E-mail: neurokib@mail.ru.

690022, г. Владивосток, ул. Кирова, 95.

Тел.: 84232313321.

**Максимов Аркадий Леонидович**

E-mail: arktika@online.magadan.su.

685000, г. Магадан, ул. К. Маркса, 24.

Тел.: 84132628482.

**Короченцев Владимир Иванович**

Дальневосточный государственный технический университет.

E-mail: vkoroch@mail.ru

690950, г. Владивосток, ул. Пушкинская, 10.

Тел.: 84232450982.

**Rybchenko Alexander Alekseevich**

**Lebedev Yuriy Albertovich**

**Shabanov Gennadiy Anatolevich**

Research center "Arctica" DVO RAN.

E-mail: neurokib@mail.ru.

95, Kirova street, Vladivostok, 690022, Russia.

Phone: +74232313321.

**Maksimov Arcadiy leonidovich**

E-mail: arktika@online.magadan.su.

24, K. Marks street, Magadan, 685000, Russia.

Phone: +74132628482.

**Korochencev Vladimir Ivanovich**

Far Eastern National Technical University.

E-mail: vkoroch@mail.ru.

10, Pushkinskaya street, Vladivostok, 690950, Russia.

Phone: +74232450982.