

УДК 615.47

**МЕТОДИКА И АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ ДЛЯ КОРРЕКЦИИ СОСТОЯНИИ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ**

А.П. КЛЮЕВ, П.П. КОРОЛЕВИЧ, Т.В. ДОКУКИНА, Н.Н. МИСЮК, А.Н. ОСИПОВ

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Республика Беларусь*

**Аннотация.** Разработанный алгоритм обработки записей многоканальных электроэнцефалограмм для формирования сигнала. Разработан макет аппаратно-программного комплекса БОС для коррекции функциональных состояний центральной нервной системы человека на основе алгоритмов обработки сигналов многоканальных электроэнцефалограмм. Реализованный макет комплекса позволяет проводить коррекцию функциональных состояний центральной нервной системы человека по результатам обработки сигналов электрической активности мозга.

**Ключевые слова:** биологическая обратная связь, электроэнцефалограмма, эпилепсия, алгоритм обработки.

**Abstract.** The developed algorithm for processing records of multichannel electroencephalograms for signal formation. The model of the hardware-software complex of biofeedback for correction of functional States of the Central nervous system of the person on the basis of algorithms of processing of signals of multichannel electroencephalograms is developed. The implemented model of the complex allows to carry out correction of functional States of the Central nervous system of the person by results of processing of signals of electrical activity of a brain.

**Keywords:** biological feedback, electroencephalogram, epilepsy, processing algorithm.

**Введение**

Терапия заболеваний, связанных с нарушениями деятельности центральной нервной системы, для контроля своей эффективности опирается на улучшения ритмической картины электроэнцефалограмм (ЭЭГ). Было показано [1-3], что у больных с диффузными органическими изменениями в головном мозге (энцефалопатии различного генеза, арахноэнцефалиты, дегенеративные процессы) даже при хорошо выраженном, организованном, зонально дифференцированном альфа-ритме страдает прежде всего его когерентность, что крайне нехарактерно для здоровых людей. В то же время не редки случаи устойчивости к коррекции фармакологическими препаратами. Подобные случаи требуют не только детального рассмотрения, но и поиска новых методов лечения. Одним из перспективных направлений является методы биологической обратной связи (БОС).

Будучи формой прикладной психофизиологии, БОС-исследования организационно оформлены в виде Международного Общества Обратной связи и Прикладной Психофизиологии. По данной тематике выпускается 2 специализированных научных журнала, в США создан национальный Институт БОС-сертификации и лицензирования. О растущем доверии к БОС-технологиям говорит тот факт, что в настоящее время в США около 80% расходов на проведение БОС-терапии берут на себя страховые компании [4].

Метод биологической обратной связи (БОС) возник в конце 50-х годов прошлого века [5]. Зарождению метода способствовал ряд научных открытий – а) работы N.Miller по выработке у животных висцеральных условных рефлексов (УР) оперантного типа; б) данные M.B. Sterman [8] о повышении порогов судорожной готовности после условнорефлекторного усиления сенсомоторного ритма в центральной извилине коры головного мозга как животных, так и человека; в) открытие J. Kamiya [10] способности испытуемых произвольно изменять параметры ритмов своей ЭЭГ при наличии обратной связи об их текущих значениях. 70-е годы в истории развития БОС-технологий отмечены были небывалым общественным интересом к так называемому альфа-обучению и альфа-состояниям, обусловленным усиленным альфа-ритмом в ЭЭГ человека.

Основными методами БОС-терапии по ЭЭГ в настоящее время являются:

*БОС-альфа-тренинг/терапия* используется при терапии психосоматических, невротических, депрессивных и др. нарушений, связанных в той или иной мере с изменениями в деятельности активирующих систем мозга.

*БОС-тета-тренинг/терапия.* Работа Peniston E.G., Kulkosky P.J. [9] показала, что положительный результат БОС-терапии по схеме альфа/тета-протокола группы хронических алкоголиков через 3 года наблюдения составил 80 %.

*БОС-бета-терапия.*, эффективно при различных синдромах нарушения внимания и гиперактивности [4], постинсультных нарушениях (спастичность, парезы, пlegии), посттравматических синдромах, коматозных состояниях [5] и др.

*БОС-SMR-терапия.* Работы Serman [8] показали, что путем БОС-усиления сенсомоторного ритма (SMR) ЭЭГ повышает порог судорожной готовности и тем самым уменьшает частоту и выраженность судорожных припадков при различных эпилептических синдромах вплоть до их полного прекращения [5].

#### Материалы и методы

Несмотря на ряд существенных успехов, традиционная БОС-терапия по коррекции мощности ритмов ЭЭГ, далеко не всегда эффективна даже в тех случаях, когда удаётся выполнить задание лечебного протокола. Это обусловлено тем, что в качестве конечной цели БОС используются параметры, являющиеся недостаточными для нормализации нарушенной функции.. Цветовые карты распределения средних значений коэффициентов когерентности для ЭЭГ с наличием функционального расстройства головного мозга и при его отсутствии имеют явные визуально заметные отличия. Данные отличия достаточно специфичны. Таким образом изменение визуального характера цветowych карт распределения значений средней Когерентности могут быть использованы как предъявляемый сигнал обратной связи, изменяющийся в соответствии с рассчитываемыми  $K_{cp}$  для ЭЭГ и отражающий текущее состояние головного мозга пациента в реальном масштабе.

На основании вышеизложенного был разработан макет аппаратно программный комплекс БОС для коррекции сопровождающих эпилепсию функциональных состояний центральной нервной системы человека. Конструктивно комплекс БОС представляют собой сложную техническую систему для регистрации параметров жизнедеятельности организма, их обработки и последующей возврату пациенту информации об регистрируемых параметрах в удобной для восприятия пациентом форме.

Структурная схема макета аппаратно-программного комплекса для коррекции функциональных состояний центральной нервной системы человека приведена на рисунке 1. Аппаратная часть основана на базе электроэнцефалографа «Мицар». Программная реализация комплекса выполнена на основе специальных процедур, функций GUI и библиотеке процедур работы с электроэнцефалографом.

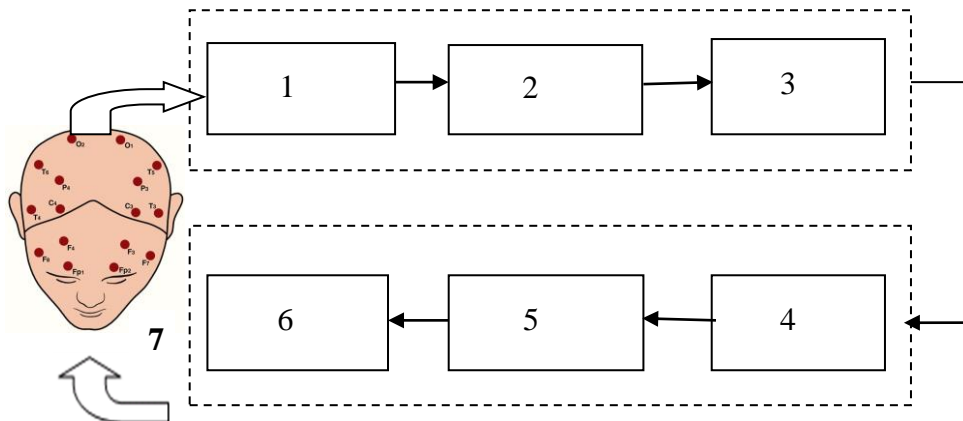


Рис. 1. Схема структурная комплекса БОС

Модули 1, 2, 3 образуют блок усилителей ЭЭГ. Регистрируемые по 16 электроэнцефалографическим отведениям сигналы электрической активности головного мозга поступают на входы многоканального усилителя биопотенциалов 1. Аналого-цифровым преобразователем 2 осуществляется дискретизация сигналов и преобразование их в цифровой код, который посредством интерфейсных модуля 3 блока усилителей интерфейсного модуля 4 персонального компьютера передаётся программному обеспечению 5 комплекса для специальной обработки.

Вычислительная часть комплекса состоит из отдельных программных подмодулей. Подмодуль производит определённые вычисления для обработки сигналов отведений в зависимости от того какой протокол БОС реализуется в текущей процедуре коррекции. Этим же определяется вид возвращаемых сигналов. Каждый подмодуль может быть отдельно выбран. Передача осуществляется процедурами динамической библиотеки DLL по прерыванию

процессора. Прерывания формируются программно с интервалом задаваемым пользователем. После генерации прерывания, данные зарегистрированные за интервал времени передаются программному обеспечению 6 комплекса для вычислений. Результаты вычислений преобразуются в графическую информацию (цветовые карты, графики, анимация) отображаются на мониторе 6 и предъявляются 7, пользователю-пациенту. Частота генерации прерываний и, соответственно, предъявлений информации пациенту определяется исходя из требуемых значений и времени затрачиваемого на передачу данных от блока усилителей, специальную обработку и отображения результатов обработки на экране монитора компьютера. Вышеуказанные операции будут определять время, затрачиваемое на обновление предъявляемой информации пациенту, необходимое для работы вычислительного модуля 6 комплекса. Ниже приведены варианты интерфейсов программного комплекса графических предъявлений для различных случаев (рисунок 2).

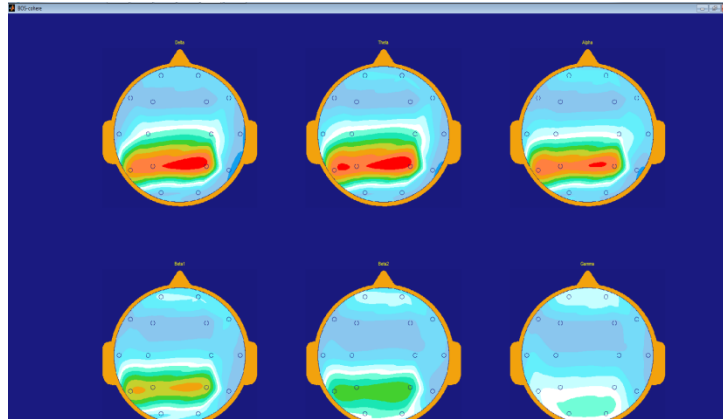


Рис. 2 – Вариант цветовой карты для наблюдения и коррекции Когерентности ритмов электрической активности головного мозга в шести поддиапазонах

#### Заключение

Разработанный алгоритм обработки записей многоканальных электроэнцефалограмм для формирования сигнала БОС в реальном масштабе времени. Разработан макет аппаратно-программного комплекса БОС для коррекции функциональных состояний центральной нервной системы человека на основе алгоритмов обработки сигналов многоканальных электроэнцефалограмм. Сигналы ЭЭГ регистрируются блоком усилителей компьютерного электроэнцефалографа «Мицар». Данный аппаратно-программный комплекс позволяет выполнять регистрацию и анализ сигналов 16 электроэнцефалографических отведений одновременно и в реальном масштабе времени. В качестве сигналов для БОС на основе анализа многоканальных ЭЭГ используется визуализация цветowych амплитудных карт Кср. Реализованный макет комплекса позволяет проводить коррекцию функциональных состояний центральной нервной системы человека по результатам обработки сигналов электрической активности мозга. Комплекс позволит создать методики для углубленного изучения функций мозга, повысит уровень диагностики заболеваний, а также позволит создать средства для улучшения состояний центральной нервной системы человека.

#### Список литературы

1. Докукина Т.В., Мисюк Н.Н. Визуальная и компьютерная ЭЭГ в клинической практике. – Минск: Книгзбор, 2011. – 188 с.
2. Мисюк Н.Н., Картирование показателей Когерентности ЭЭГ при эпилепсии. Докукина Т.В., Мисюк Н.Н., Клюев А.П., Вестник клинической нейрофизиологии, 2015 №3 - С. 6-14.
3. Докукина Т.В., Мисюк Н.Н., Осипов А.Н., Клюев А.П., Минзер М.Ф. Картирование показателей когерентности электроэнцефалографии в активной стадии эпилептического процесса и в стадии ремиссии, Медицина 2014 г, №4.
4. Pillai J., Sperling M. R. Interictal EEG and the diagnosis of epilepsy// Epilepsia. – 2006. – 47 (suppl. I). – P. 12-14.
5. Laibow R. Medical applications of neurobiofeedback. //In: Introduction to quantitative EEG and Neurofeedback. Eds.: Evans J.R. & Abarbanel A., 1999, Academic Press, p. 83-102.

6. Budzynski T.H. From EEG to neurofeedback. //In: Introduction to quantitative EEG and Neurofeedback. Eds.: Evans J.R. & Abarbanel A., 1999, Academic Press, p. 65-79.
7. Lubar J.F., Lubar J.O. Neurofeedback assessment and treatment for attention deficit/hyperactivity disorders. //In: Introduction to quantitative EEG and Neurofeedback. Eds.: Evans J.R. & Abarbanel A., 1999, Academic Press, p. 103-143.
8. Sterman M.B. EEG biofeedback in the treatment of epilepsy: An overview circa 1980. In: Clinical Biofeedback: Efficacy and Mechanism (Eds.: L.White, B.Tursky), 1982, pp.330-331, Guilford, NY.
9. Peniston E.G., Kulkosky P.J. Neurofeedback in the treatment of addictive disorders. //In: Introduction to quantitative EEG and Neurofeedback. Eds.: Evans J.R. & Abarbanel A., 1999, Academic Press, p. 157-179.
10. Kamiya J. Conscious control of brain wave. //Psychol.Today, 1968, v.1, p.56-60.

УДК 553.7(476)

## РАСПРОСТРАНЕНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Н.В. МАЗУР

*УО «Гродненский государственный медицинский университет»*

**Аннотация.** Исследования, проведённые белорусскими гидрогеологами и курортологами показывают, что наша страна обладает значительными ресурсами подземных минеральных вод разнообразных геохимических типов.

*Ключевые слова:* ресурсы, минеральные воды, свойства, лечение.

**Abstract.** Studies conducted by Belarusian hydrogeologists and balneologists show that our country has significant resources of groundwater of various geochemical types.

*Keywords:* resources, mineral waters, properties, treatment.

Первые сведения о целебных свойствах минеральных вод Беларуси появились на рубеже XVI – XVII вв. в монастырских и церковных книгах. На знаменитых швейцарских картах обозначены источники минеральных вод «Барковщина» (1502 г.) в нынешнем Ушачском районе Витебской области. Более позже они упоминались в 1704 г., 1830 г., 1843 г. и последующих годах. В 1778 году доктором медицины М.П. Сели описан серно-железистый источник в Шклове. Были известны целебные Михеевские воды у Кричева, месторождения родниковых вод в Александрии, Пыльковичский «святой источник» под Могилёвом, который пользовался большой славой. В 1983 году по представлению члена-корреспондента НАН Беларуси А.В. Кудельского этот источник объявлен памятником природы республиканского значения.

В 1803 году академик В.М. Севергин изучил соленоватые источники недалеко от г. Гродно. В поместьях Сенно и Спас под Полоцком им были описаны воды с серным запахом, в специальных строениях больным отпускались водные процедуры. В 1819 году Оршанский епископ А. Головля «по причине ревматизма» лечился серными водами в «лазенках» у д. Видзы-Ловчинске, куда приезжали отдыхать и лечиться больные из России и Западной Европы. Иезуитский епископ Лужинский из Ушач в году принял лечебных ванн этих серных вод.

В 1843 году медик и химик Янт описал 4 барковщинские источники, в двух он нашёл углекислый газ, углекислый газ, углекислое железо, углекислую магнезию и серную известь; а еще в двух «сероводородный газ, сернокислое железо, сернокислую известь и солянокислую магнезию».

Выходы подземных вод были кооптированы, вода из срубов подавалась в 2 ваннных отведения. В это время Барковщина упоминалась сред лучших европейских здравниц. Почти 100 лет до начала Великой Отечественной войны водолечение в этой здравнице дарило исцеление пациентам.

В 1859 году в имении графа К. Тышкевича в Логойске под Минском на базе железистых и серных источников функционировала лечебница. Здесь лечились больные ревматизмом и заболеваниями нервной системы. Помимо вышеперечисленных источников на территории Беларуси были известны и использовались и другие водопроявления (родники, колодцы, неглубокие скважины).

Впоследствии в 1999 г. в районе курорта в экологически чистом месте под руководством Делендика В.В. было создано ЧП «Дарида». В 1997 г. была пробурена 1 скважина для добычи М.В. питьевого применения глубиной 410 метров, в 1998 вторая скважина глубиной 266 метров, в 2001 г. третья, глубиной 387 метров.