

Vishnevetsky Vyacheslav Yurevich

Taganrog Institute of Technology – Federal State-Owned Autonomous Educational Establishment of Higher Vocational Education “Southern Federal University”.

E-mail: vvu@fep.tti.sfedu.ru.

44, Nekrasovsky, Taganrog, 347928, Russia.

Phone: +78634371795.

The Department of Hydroacoustic and Medical Engineering; Cand. Eng. Sc.; Assistant Professor.

Vishnevetsky Yury Mihajlovich

E-mail: vym09@mail.ru.

УДК 615.471:616-073.97:616.831:681.3.06

Л.А. Дорогобед, Д.Ю. Душенин, А.В. Лучинин, Т.А. Момот

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ МОЗГА
НА ОСНОВЕ СОЛИТОННОЙ МОДЕЛИ**

Одним из главных принципов при разработке и применении управляющих ритмовоздействующих устройств является принцип биорезонанса – совпадение ритма воздействующих импульсов с биоритмами организма, отдельных его физиологических систем и органов. Управление функциональным состоянием человека-оператора с помощью биологических обратных связей (БОС) развивается бурными темпами, особенно в последнее десятилетие. В качестве параметра, по которому идет регулирование состояния, может выступать мышечная активность, сердечно-сосудистая деятельность, кожный потенциал, ЭЭГ и др. Исследована возможность управления с помощью БОС межполушарной асимметрии. На солитонной модели ЭЭГ показана возможность разделения сигналов, снятых с симметричных отведений на лево- и правополушарные компоненты.

ЭЭГ; солитон; функциональная асимметрия мозга; нервный импульс; БОС.

L.A. Dorogobed, D.Yu. Dushenin, A.V. Luchinin, T.A. Momot

**SIMULATION OF BRAIN ELECTRICAL ACTIVITY IN VARIOUS REGIONS
OF EEG BASED ON SOLITON MODEL**

One of the main principles in the development and application of ritm influencing control devices is bioresonance – matching of interacting pulses rate with the biorhythms of the body, some of its physiological systems and organs. Control of the functional state of the human operator by means of biological feedback (BFB) is growing at a rapid pace, especially in the last decade. As an option, along which the state regulation may act as muscle activity, cardiovascular activity, skin potential, EEG, etc. The possibility of control of semisphere's interface asymmetry using biofeedback was investigated. On models of EEG the possibility of separating signals, taken from the symmetric derivations on the left and right-brain component was shown.

EEG, soliton; functional brain asymmetry; nerve pulse; BFB.

Сегодня функциональная асимметрия становится едва ли не первостепенной проблемой науки о мозге человека. Новые пути и приемы изучения функциональной специализации полушарий были развиты с помощью нейрохирургии. Даже и при электрическом раздражении, и пробе со снотворным не всегда позволяют четко выделить активность левого или правого полушарий каждого в отдельности. Поэтому никак не удастся сравнить функции правого и левого полушарий у одного и того же человека. Операция, при которой перерезаются все нервные пути, связывающие оба полушария, получившая название «расщепление» мозга и проводимые для предотвращения распространения патологического возбуждения из

одного полушария в другое, недопустима для проведения широких нейрофизиологических исследований.

Поэтому актуальной является задача выделения активности отдельно левого и правого полушарий без оперативного вмешательства.

Солитон, как естественный структурный элемент, является удобным инструментом структурного анализа. Например, солитонные модели процессов позволяют получать адекватное описание и идентификацию состояния таких систем, как проводящей, мышечной и кровеносной систем сердца [1]. Для диагностики состояния сердечно-сосудистой системы можно использовать информацию, содержащуюся в форме, а соответственно и в спектрах электро-кардиосигналов, пульсовой волны и фонокардиосигнала. В экспериментальных спектральных характеристиках этих биосигналов наблюдается общее их соответствие характеристике вида $1/f$ [2].

В свое время Гельмгольц экспериментально изменил скорость распространения нервного импульса. После чего была определена форма импульса и изучены многие детали механизма распространения импульсов в нервах. И только в наше время выяснилось, что нервный импульс – это своеобразная уединенная волна. Но и сегодня еще нет окончательной, общепринятой теории явлений, происходящих в нервных волокнах живых существ при передаче по ним информации. В дальнейшем Бернштейн сумел определить форму импульса. Она оказалась колоколообразной, примерно как у солитона Рассела. Впоследствии выяснилось, что этот «колокол» движется всегда с одной и той же скоростью и имеет приблизительно одну и ту же форму независимо от силы раздражения, породившего импульс [1].

Если оно очень слабое, то импульс по нерву вообще не пойдет, минимальная сила раздражения называется «пороговой». Если раздражение очень сильное, то выпускается подряд целая «очередь» или «залп», импульсов. Все это очень напоминает распад большого горба на поверхности воды на солитоны. Разница только в том, что импульсы нервного возбуждения совершенно одинаковы и распространяются друг за другом с одинаковой скоростью. Механизм формирования нервного импульса, как одиночного солитона, движущегося с постоянной скоростью и формой, приведен в работах [1, 3]. Там же предложены солитонные модели процессов, которые можно рассматривать как взаимодействие волновых пакетов (групповых солитонов) распространяющихся в разных направлениях и образующих стоячие волны)

В работе была предпринята попытка разработки методики оценки структурной организации активности головного мозга на основе солитонных моделей электроэнцефалограммы (ЭЭГ). Методика отработывалась на экспериментальных данных ЭЭГ в диапазоне альфа ритма. Программа обработки реализована с помощью цифровой фильтрации в системе MathCAD [4].

Особенностью обработки является временная синхронизация выборок сигнала с кардиоинтервалами и разделение сигнала на противофазные компоненты.

Достоверность разделения сигнала проверялась по коэффициенту корреляции и по совпадению восстановленных компонентов с экспериментальными данными.

Ниже приведены амплитудный и фазовый спектры ЭЭГ с затылочных отведений О1 и О2 в спящем состоянии пациента.

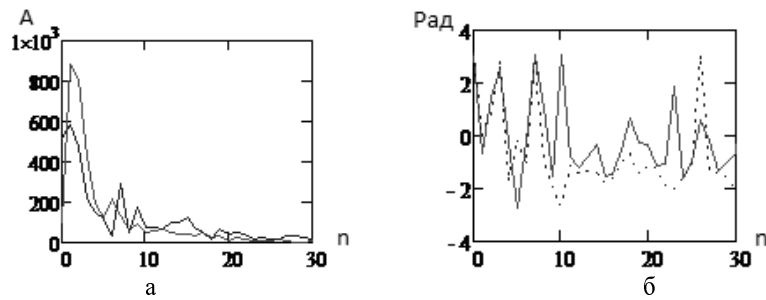


Рис. 1. Амплитудный (а) и фазовый (б) спектры ЭЭГ с затылочных отведений О1 и О2 (n – номер отсчета, A – амплитуда)

Далее на рисунке приведены отфильтрованные в полосе альфа-диапазона сигналы ($h1$ и $h2$) с отведений О1 и О2.

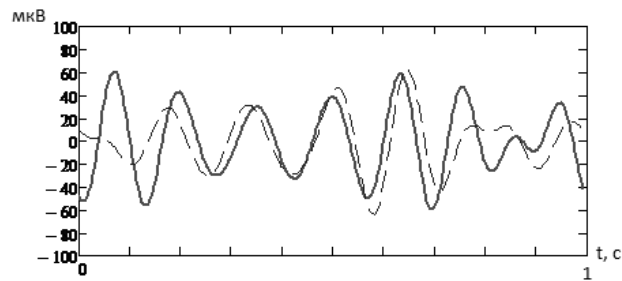


Рис. 2. Отфильтрованные в полосе альфа-диапазона сигналы ($h1$ и $h2$) с отведений О1 и О2

Компоненты $h1$ и $h2$, т.е. составляющие, определяемые вкладом разных полушарий, приведены на рис. 3.

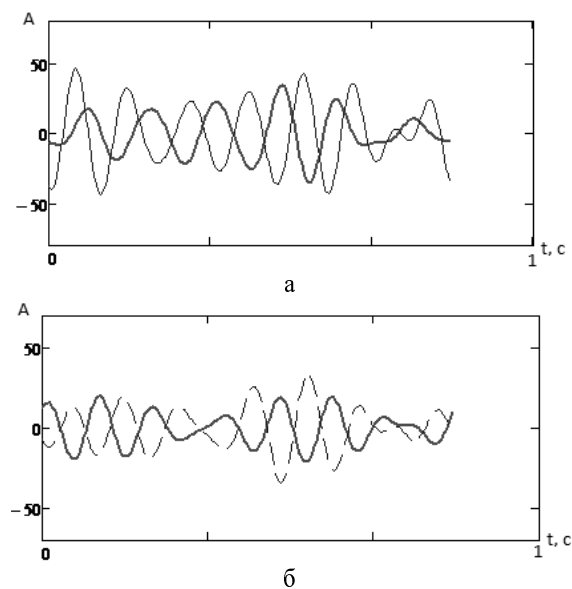


Рис. 3. Компоненты $h1$ (а) и $h2$ (б)

Точность восстановления определяется правильностью выбора полосы фильтрации сигнала и нормирующими коэффициентами, которые определяются с помощью регрессионного анализа. В дальнейшем этот подход будет использован для более точного разделения ЭЭГ на поддиапазоны.

Таким образом, показана возможность разделения сигналов ЭЭГ снятых с симметричных отведений на лево- и правополушарные компоненты.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Филиппов А.Т.* Многоликий солитон. – 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Наука, 1990. – 288 с. (Библиотечка Квант, вып. № 48).
2. *Алдонин Г.М.* Структурный анализ на основе модели самоорганизации биоструктур / Г.М. Алдонин // Радиоэлектроника. – М., 2006. – № 5.
3. *Алдонин Г.М.* Солитонные модели процессов в биоструктурах / Г.М. Алдонин // Журнал радиоэлектроники. – М., 2006. – № 5.
4. *Дорогобед Л.А., Лучинин А.В.* Всероссийская научная школа для молодежи “Нейробиология и новые подходы к искусственному интеллекту и к науке о мозге” // Тезисы трудов. – Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2010. – С. 273-275.

Статью рекомендовал к опубликованию д.ф.-м.н. Г.В. Куповых.

Дорогобед Людмила Александровна

Технологический институт федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Южный федеральный университет» в г. Таганроге.

E-mail: vizavixxxx@yandex.ru.

347928, г. Таганрог, ул. Чехова, 22.

Тел.: +79613228882.

Кафедра электрогидроакустической и медицинской техники; аспирантка.

Лучинин Алексей Витальевич

г. Таганрог, пер. Гарибальди, 27, кв. 18.

Тел.: 88634360058.

Кафедра радиоприемных устройств и телевидения; к.т.н.; доцент.

Душенин Денис Юрьевич

E-mail: ddushenin@gmail.com.

347928, г. Таганрог, пер. Некрасовский, 44.

Тел.: 89185181500.

Кафедра синергетики и процессов управления; аспирант.

Момот Татьяна Валерьевна

E-mail: star@tsure.ru.

Тел.: 88634371795.

Студент.

Dorogobed Lyudmila Aleksandrovna

Taganrog Institute of Technology – Federal State-Owned Autonomous Educational Establishment of Higher Vocational Education “Southern Federal University”.

E-mail: vizavixxxx@yandex.ru.

22, Shehova Street, Taganrog, 347928, Russia.

Phone: +79613228882.

The Department of Hydroacoustic and Medical Engineering; Postgraduate Student.

Luchinin Alexey Vital'evich

27, Garibaldi, Ap. 18, Taganrog, Russia.

Phone: +78634360058.

The Department of Radio Receivers and Television; Senior lecturer; Cand. Eng. Sc.; Associate Professor.

Dushenin Denis Yurievich

Taganrog Institute of Technology – Federal Autonomous State-Owned Educational Establishment of Higher Vocational Education “Southern Federal University”.

E-mail: ddushenin@gmail.com.

44, Nekrasovsky, Taganrog, 347928, Russia.

Phone: +79185181500.

The Department of Synergy and Control; Post-graduate Student.

Momot Tatyana Valerievna

E-mail: star@tsure.ru.

Phone: +78634371795.

Student.

УДК 534(03)

М.А. Романюк

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ АКУСТИЧЕСКИХ
СВОЙСТВ СОВРЕМЕННЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ
И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИХ ПРИМЕНЕНИЮ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ
АУДИОЭКОЛОГИЧНОСТИ ПОМЕЩЕНИЙ***

Проведены экспериментальные исследования коэффициента поглощения строительных материалов методом стоячих волн. Разработана структурная схема экспериментальной установки, включающей электроакустический приемоизлучающий тракт. Для исследования выбраны современные материалы, наиболее часто применяющиеся для облицовки помещений в настоящее время: "Ecophon" "SOUNDLUXBaffle", "SOUNDLUXperfo", "DECORACOUSTIC", в сочетании с ШУМАНЕТ-СК, ППГЗ, ППГЗ. Полученные результаты экспериментальных исследований оформлены в виде зависимостей коэффициента поглощения от частоты, которые в дальнейшем использовались при расчетах фонда звукопоглощения и времени реверберации. Даны рекомендации по акустическому оформлению с целью улучшения аудиоэкологичности.

Звукопоглощение; метод стоячих волн; аудиоэкологичность.

М.А. Romanyuk

**EXPERIMENTAL STUDY OF ACOUSTIC PROPERTIES OF MODERN
CONSTRUCTION MATERIALS AND RECOMMENDATIONS FOR THEIR
APPLICATION FOR ROOM'S AUDIO ENVIRONMENTAL SUPPORT**

Experimental studies of the absorption coefficient of construction materials by the standing waves were provided. The structural diagram of the experimental installation, which includes electro acoustic transmitting-receiving channel was worked out. To study selected advanced materials, most often used for cladding building snow were chosen: "Ecophon" "SOUNDLUX Baffle", "SOUNDLUXperfo", "DECORACOUSTIC", in conjunction with SHUMANET-SC, PPGZ, PPGZ.

* Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации (ГК № 14.740.11.0713).