

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Институт радиотехники и электроники им. В. А. Котельникова РАН

Саратовский филиал Федерального государственного бюджетного учреждения  
науки Института радиотехники и электроники  
им. В. А. Котельникова РАН

Саратовский государственный университет им. Н. Г. Чернышевского

# «НАНОЭЛЕКТРОНИКА, НАНОФОТОНИКА И НЕЛИНЕЙНАЯ ФИЗИКА»

Доклады XI Всероссийской конференции молодых ученых

(Саратов, 6 – 8 сентября 2016 г.)

## СОЗДАНИЕ НОВЫХ ПОДХОДОВ НА БАЗЕ ВЕЙВЛЕТНОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭЭГ ДАННЫХ ЧЕЛОВЕКА ПРИ ОЦЕНКЕ СЛОЖНЫХ КОГНИТИВНЫХ ПРОЦЕССОВ

А.Е. Руннова<sup>1,2</sup>, М.О. Журавлев<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>*Саратовский государственный технический университет им. Ю.А. Гагарина*

<sup>2</sup>*Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского*

*E-mail: anefila@gmail.com*

В настоящее время регистрация электроэнцефалограмм (ЭЭГ) данных человека является одним из основных методов исследования функциональных состояний, когнитивных функций и других проявлений высшей нервной деятельности человека. Однако, до сих пор основная масса обработки, производимой с ЭЭГ, зачастую заключается в визуальном распознавании характерных паттернов, например, различных волновых участков, так называемых, «веретён» или визуальной и/или частотной оценке преобладающих компонент – альфа-, бета- и т. д. ритмов. Отметим, что даже частотные границы тех или иных выделяемых ритмов являются весьма размытыми параметрами, например, под наиболее известным «альфа-ритмом» разными авторами понимаются колебания с частотой 8–10 Гц или 10–12 Гц или даже весь диапазон 8–12 Гц. [1, 2]. Целью данной работы является создание объективных и формализованных с точки зрения нелинейной физики подходов к обработке рассматриваемых данных.

Для получения данных было использовано электроэнцефалографическое оборудование «Энцефалан-ЭЭГР-19/26» (Медиком МТД), позволяющее регистрировать многоканальные ЭЭГ с высоким временным разрешением (250 Гц) в течение продолжительного времени. Для записей ЭЭГ был использован монополярный метод регистрации и стандартная международная система размещения электродов «10–20» [3]. Нами проведены экспериментальные исследования по снятию ЭЭГ с нескольких групп испытуемых – контрольная группа условно здоровых добровольцев со средним уровнем физической активности, группа условно здоровых добровольцев, имеющих существенный опыт (более 6 лет) тренировок «осознанной активности» — разнообразные практики йоги, группа условно здоровых добровольцев, имеющих крайне низкий уровень физической активности и находящихся в зоне риска проблем нарушения обмена веществ. Каждая группа включала в себя порядка 10 испытуемых. В экспериментальных работах использовали расстановку электродов 10-20. Записи ЭЭГ включали в себя фазу с закрытыми глазами, несколько физиологических проб (открытие–закрывание глаз, стимуляция ритмическими вспышками света), а также решение когнитивной задачи. Когнитивная задача заключалась в периодическом распознавании некоего сложного стимула, результат которого человек должен был подать с помощью нажатия на кнопку пульта.

Для исследования данных ЭЭГ нами используется непрерывное вейвлетное преобразование на материнской комплексной вейвлетной функцией Морле [4], позволяющее провести развёртку сигнала в частотной и временной области. Методика включает в себя расчет вейвлет-скелетонов для каждого испытуемого и дальнейшую оценку по старшим из рассчитанных скелетонов существование

и эволюцию во времени той или иной энергетической составляющей зарегистрированных данных.

Для демонстрации разработанного способа нами изучено существование альфа-ритма у выбранных групп добровольцев. В работе продемонстрировано, что использование исключительно частотного представления сигнала зачастую приводит к ложной диагностике наличия альфа-ритма в затылочных отведениях. Созданные методы на базе вейвлет анализа позволяют точно выделить веретена альфа-ритма и, соответственно, указать на наличие данного ритма в тот или иной период записи ЭЭГ. Альфа-ритм хорошо заметен на ЭЭГ данных затылочных отведений в моменты общего расслабления человека при закрытых глазах и в спокойном сосредоточенном состоянии при открытых глазах в отсутствии мощных визуальных стимулов, требующих незамедлительно принятия решения [5, 6].

Обнаружено, что изученные три группы людей демонстрируют существенно различную динамику альфа-активности. Данные особенности особенно хорошо видны на участках ЭЭГ, отвечающих за проведение когнитивных тестов. В частности, достаточно уверенно, можно выделить, практически полное подавление альфа-ритма в третьей группе пациентов, пограничных по состоянию здоровья с сфере обмена веществ. Вторая группа пациентов при решении поставленных когнитивных задач демонстрирует возникновение паттернов альфа-активности сразу же по принятию решения и вплоть до следующего предъявления стимула. У третьей группы похожих результатов по возобновлению генерации альфа-ритма удалось добиться только увеличив время паузы между предъявлениями двух когнитивных стимулов в 4.5 раза. По всей видимости, отсутствие навыков расслабления приводит к стрессорному воздействию решения предложенной задачи, даже уже после принятия решения.

Методика может быть использована как средство ранней диагностики проблем с нарушением режима физической активности и неизбежно сопутствующих проблем нарушения обмена веществ.

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проекты №№ 16-29-08221, 16-32-00187 мол\_а).*

#### Библиографический список

1. *Островский М.А.* Актуальные направления современной науки о мозге. М.: Изд-во МГУ, 2010.
2. *Farah M.J., et al.* // J. Cogn. Neurosci. 2009. Vol. 21(1). P. 119-127.
3. *Jasper H.H.* // Electroencephalogr. Clin. Neurophysiol. 1958. Vol. 10. P. 371-375.
4. *Hramov A.E. et al.* // Wavelets in Neuroscience. Springer Heidelberg, New York, Dordrecht, London, 2015.
5. *Naatanen R.* Attention and Brain Function. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 1992.
6. *Weisz N., et al.* // Frontiers in Psychology. Perception Science. 2011. Vol. 2. Art. 73