

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»

Сборник трудов XIII Всероссийской конференции молодых ученых

(Саратов, 4 – 6 сентября 2018 г.)

Саратов
Издательство “Техно-Декор”
2018

УДК 517.9, 531.1
ББК 22.311я43
Н25

«Наноэлектроника, нанофотоника и нелинейная физика»:
сборник трудов Н25 XIII Всерос. конф. молодых ученых. – Саратов : Изда-
тельство “Техно-Декор”, 2018. – 403 с. : ил.
ISBN: 978-5-6041624-1-5

В сборнике опубликованы материалы XIII Всероссийской конференции молодых уче-ных «Наноэлектроника, нанофотоника и нелинейная физика». Работы участников связаны с созданием метаматериалов, углеродных наноструктур, нанокompозитных материалов, фонон-ных, магнонных и плазмонных кристаллов и анализа их свойств, исследованием взаимодей-ствия электромагнитных волн с различными средами, изучением сложных, хаотических про-цессов в динамических системах, применением методов нелинейной динамики в физиологии, медицинской диагностике, информационных системах, радиофизике и электронике.

Для научных работников, преподавателей, аспирантов, студентов, специализирую-щихся в области радиофизики, электроники, оптики, физики магнитных явлений, акустоэлек-троники.

Редакционная коллегия:

доктор физ.- мат. наук *Е. П. Селезнев* (отв. редактор)
кандидат физ.- мат. наук *А. А. Теплых* (отв. секретарь)
инженер *И. Г. Мангушева*
инженер *О.Ю. Кондратьева*

*Конференция организована при финансовой поддержке
Российского фонда фундаментальных исследований,
Президиума Российской академии наук,
Саратовского отделения Института инженеров электроники и радиотехники
(IEEE /MTT/ED/AP/CPMT Saratov–Penza Chapter)*

УДК 517.9, 531.1
ББК 22.311я43

ISBN 978-5-6041624-1-5

© Саратовский филиал ИРЭ
им. В. А. Котельникова РАН, 2018

**ИССЛЕДОВАНИЕ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ
ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ГОЛОВНОГО МОЗГА ПРИ ПРОХОЖДЕНИИ
ПСИХОЛОГИЧЕСКОГО ТЕСТИРОВАНИЯ**

М.О. Журавлев^{1,2}, А.Е. Руннова^{1,2}

¹ *Саратовский национальный исследовательский государственный университет
имени Н.Г. Чернышевского*

² *Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.
E-mail: zhuravlevmo@gmail.com*

В современной неинвазивной нейрофизиологической диагностике ЭЭГ остается одним из основных методов, который дает представление о структуре работы коры головного мозга и ее функциональных особенностях. Объединив данные объективного нейрофизиологического мониторинга и результаты психологического тестирования можно прогнозировать возможности испытуемых в различных когнитивных процессах. Развитие и углубление представлений о взаимосвязи ЭЭГ с высшими психическими функциями и психологическими чертами личности представляет интерес для науки, позволяя понять физиологическую и личностную основу психологических процессов.

В рамках настоящей работы была произведена разработка и апробация вейвлетных методов анализа многоканальных данных ЭЭГ данных человека, включающие в себя (1) экспериментальные работы по регистрации тестовых электроэнцефалограмм; (2) создание методики для расчёта критериев оценки вовлеченности участков коры головного мозга в общую волновую активность на основе непрерывного вейвлетного анализа; (3) апробация путём тестовых расчётов разработанных характеристик по реальным ЭЭГ данным.

Экспериментальная работа по регистрации тестовых электроэнцефалограмм была проведена на 12 неоплачиваемых добровольцах (мужчины в возрасте 34 – 44, условно здоровые, сопоставимого уровня образования, образа жизни и профессиональной деятельности). Эксперименты проводились в утренние часы (10 – 12 до полудня) после полноценного ночного отдыха испытуемых через 1 – 2 часа по окончания завтрака. Первая часть экспериментальной работы состояла в прохождении психологического теста, направленного на выявление статичных акцентуализаций личности и оперативного состояния индивида в момент прохождения исследования. Тестирование включало в себя около 80 вопросов из многофакторной психодиагностической методики по личностному тесту Кеттела [1, 2]. Во второй части экспериментальной работы тестирование дополнялось личной беседой испытуемого со специалистом, имеющим опыт составления индивидуального психологического портрета. Во время беседы проводилась регистрация тестовых ЭЭГ-данных на базе электроэнцефалографического оборудования «ЭНЦЕФАЛАНГ-ЭЭГР-19/20» НПО «Медиком МТД» (РФ, Таганрог). По окончанию активной фазы эксперимента была проведена регистрация фонового сигнала в течение 10 минут, когда подопытный находился в состоянии пассивного бодрствования. Была использована международная расстановка 10-20

(19 активных электрода AgCl) на основе монополярного метода регистрации. Частота дискретизации ЭЭГ составляла 250 Гц, значимый спектральный диапазон 0,1 — 70 Гц с режективным фильтром на постоянную помеху 50 Гц.

Разработка методики для расчёта критериев оценки вовлеченности участков коры головного мозга была основана на анализе результатов расчёта непрерывного вейвлетного анализа на базе Морле-вейвлета [3, 4]. В первую очередь были построены вейвлетные поверхности распределения энергий для спектра (0,1 – 60 Гц) и времени регистрации сигналы. Проведено сравнение двух различных психофизиологических состояний человека – фаза пассивного бодрствования и фаза личного собеседования со специалистом. Оценка временной динамики по длительности даже в 10 минут фоновой записи и около 20 минут активной фазы представляется весьма сложной задачей, сводящейся практически к ситуации ручного анализа. Для наглядного изображения различия между активной и пассивной фазой в эксперименте были построены усреднённые поверхности вейвлетной энергии с плывущим временным интервалом за весь период активного собеседования и пассивного бодрствования. Несмотря на наглядное различие между волновой динамикой в различных фазах, конкретный анализ выявленных особенностей затруднен, как из объёма данных, так и из-за сложности их представления. Для снижения количества данных и для последующей автоматизации процесса обработки был использован подход, основанный на выявлении превалирующих частот в волновой динамике каждого из каналов. Был разработан метод, основанный на исследовании скелетонов вейвлетного преобразования. Динамика скелетонов непрерывного вейвлетного преобразования оказывается более информативной. Однако, анализируемые ЭЭГ сигналы являются сильно нестационарными, и при анализе скелетонных характеристик можно наблюдать быстрые «переключения» даже трёх старших скелетонов между друг другом, что сокращает возможности анализа сигналов. В целях избежания подобных ситуаций был создан метод, основанный на введении энергетических характеристик, оценивающих процент энергии колебаний, приходящихся на каждый из традиционно выделяемых на ЭЭГ диапазонов (альфа, бета, дельта и т.д.). Использование подобной методики позволяет не только оценить динамику волновых компонент, но и осуществлять прямое сравнение с традиционными взглядами психофизиологии на развитие неинвазивно регистрируемых процессов электрической активности головного мозга.

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда (проект № 14-12-00224).

Библиографический список

1. Ж.М. Глозман Нейропсихологическое обследование: качественная и количественная оценка данных. М.: Смысл, 2012.
2. А. Н. Капустина Многофакторная личностная методика Р. Кэттелла. - СПб.: Речь, 2001.
3. Hramov A.E., Koronovskii A.A., Makarov V.A., Pavlov A.N., Sitnikova E.Yu. Wavelets in Neuroscience. Springer Heidelberg New York Dordrecht London, 2015
4. B. Torresani Continuous Wavelet Transform, Savoie, Paris, 1995.