

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, магنونных 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 ОСОБЕННОСТЕЙ ВОССТАНОВЛЕНИЯ
РЕЛАКСАЦИОННОЙ ДИНАМИКИ В ЗАТЫЛОЧНОЙ КОРЕ
ГОЛОВНОГО МОЗГА ЧЕЛОВЕКА ПРИ ПОВТОРЕНИИ
ЗРИТЕЛЬНЫХ КОГНИТИВНЫХ СТИМУЛАХ**

А.Е. Руннова¹, М.О. Журавлев^{1,2}, А.Е. Храмов^{1,2}

¹*Саратовский государственный технический университет им. Гагарина Ю.А.*

²*Саратовский государственный университет им. Н. Г. Чернышевского*

E-mail: anefila@gmail.com

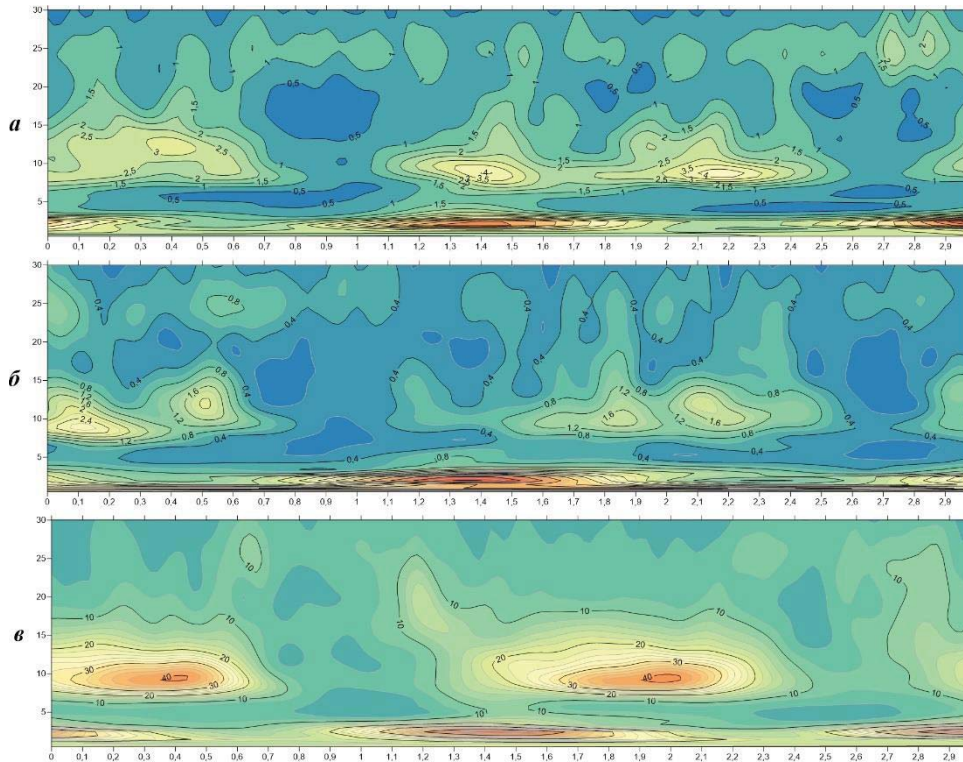
Мозг является одним из наиболее сложных и загадочных объектов для комплексных исследований, привлекающий в последние десятилетия интерес широкой научной общественности [1 – 3]. Динамика мозга изучается специалистами из различных областей науки, в том числе нейрофизиологии, медицины, физики, математики, нелинейной динамики и т.д., и сочетание разнообразных подходов и проведение многопрофильных исследований зачастую предоставляет возможности для более глубокого понимания механизмов, лежащих в основе его динамики, и может открыть перспективные возможности в медицине и нейротехнологиях.

Одним из направлений исследования мозга является изучения визуального восприятия с помощью неоднозначных изображений (бистабильных объектов) [4 – 6]. При этом стоит отметить, что для понимания визуального восприятия и распознавания объектов восприятие бистабильных изображений является лишь одной, но весьма интересной задачей среди огромного количества различных аспектов. На сегодня основной механизм определения изображения не открыт полностью, однако, хорошо известно, что восприятие является продуктом процессов в распределенной сети затылочной, теменной и фронтальной области коры головного мозга [7, 8].

В рамках настоящей работы была проведена комплексная обработка многоканальных данных ЭЭГ человека с использованием непрерывного вейвлетного преобразования для дальнейшего поиска осцилляторных паттернов, возникающих при восприятии зрительных когнитивных стимулов. В качестве объекта исследований был выбран куб Неккера [9, 10], который может восприниматься либо как правый куб, либо как левый куб в зависимости от интенсивности средних линий. В ходе эксперимента добровольцу предъявлялись кубы Неккера с различными значениями интенсивности средних линий, при этом куб демонстрировался в виде черных линий на белом фоне на экране компьютера. Между предъявлениями различных кубов участнику показывались фоновые цветные «размытые» картинки для отвлечения внимания. Время предъявления куба Неккера составляла 500 – 700 мс, пауза между двумя различными кубами составляла 1500 – 2000 мс.

В дальнейшем многоканальные записи ЭЭГ были подвергнуты обработке с использованием непрерывного вейвлетного преобразования с комплексным ма-

теринским вейвлетом, которое для хаотического временного ряда осуществляется следующим образом [11, 12], при этом был использован материнский вейвлет Морле. В качестве исследуемого сигнала выступали многоканальные записи ЭЭГ, полученные с использованием программного и аппаратного оборудования Медиком МТД «Энцефалан – ЭЭГР – 19/26».



Усреднённая вейвлетная характеристика, рассчитанная по фрагментам записей ЭЭГ канала O2 (затылочное отведение), соответствующим восприятию неоднозначного куба Неккера с различными параметрами интенсивности грани: *a* $I=40$, *б* $I=64$, *в* $I=85$

С использованием непрерывного вейвлетного преобразования была проведено изучение многоканальной записи ЭЭГ человека, которому предъявляют зрительный когнитивный стимул (куб Неккера). При этом производилась оценка изменения частотной составляющей исходного сигнала ЭЭГ для каждого из каналов. С использованием вейвлетных поверхностей показано, что в записи ЭЭГ определяющим является диапазон частот от 1 Гц до 40 Гц. В дальнейшем для того, чтобы определить характерные осцилляторные паттерны, возникающие при восприятии человеком зрительных когнитивных стимулов, было проведено усреднение вейвлетных поверхностей. Усреднение выполнялось для каждого значения интенсивности средних линий куба Неккера, при этом учитывалось каким был выбран куб правым или левым. Полученные усредненные вейвлетные поверхности для многоканальной записи ЭЭГ показали, что во время предъявления испытуемому зрительного когнитивного стимула в затылочной области происходит разрушение альфа-ритма (8-12 Гц), при этом между предъявлениями зрительных стимулов наблюдается восстановление альфа-ритма, что хорошо иллюстрирует рисунки *a*, *б*, *в*.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект 16-12-10100).

Библиографический список

1. *A. E. Hramov, et al.*, Wavelets in Neuroscience, Springer Series in Synergetics. Springer, 2015.
2. *M. F. Bear, et al.*, Neuroscience. Exploring the brain. Woters Kluwer, 2015.
3. *M. Chavez, et al.*, // Phys. Rev. Lett. 2010. V. 104, P. 118701.
4. *D. A. Leopold, N. K. Logothetis*, // Trends in Cognitive Sciences 1999. V. 3, P. 254.
5. *R. Blake, N. K. Logothetis*, // Nature Reviews. Neuroscience 2002. V. 3, P. 13.
6. *A. N. Pisarchik, et al.*, // Biological Cybernetics 2014. V. 108, P. 397.
7. *F. Tong, M. Meng, R. Blake*, // Trends in Cognitive Sciences 2006. V. 10, P. 502.
8. *P. Sterzer, et al.*, // Trends in Cognitive Sciences 2009. V. 13, P. 310.
9. *L. A. Necker* // London and Edinburgh Philosophical Magazine and Journal of Science. 1832. V. 5. № 1.
10. *Ta'edd LK, Ta'eed O, Wright JE.*, // BehavSci 1988. V. 33, № 2, P. 97–115.
11. *B. Torresani*, Continuous Wavelet Transform Savoie, Paris, 1995
12. *A.E Hramov. et. al.* // CHAOS. 2006. V. 16, P. 043111.