

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.)

ИССЛЕДОВАНИЕ НЕЙРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ (ЭЭГ) С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЛИНЕЙНОЙ МОДЕЛИ ВИЗУАЛЬНОГО ВОСПРИЯТИЯ НЕОДНОЗНАЧНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

В.В. Грубов^{1,2}, А.А. Короновский^{1,2}, М.К. Куровская¹,
А.Е. Руннова², А.Е. Храмов^{1,2}

¹Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского

²Саратовский государственный технический университет им. Ю.А. Гагарина

E-mail: mariakurovskaya@gmail.com

Настоящая работа посвящена исследованию нейрофизиологических данных (электроэнцефалограмм), полученных в процессе восприятия испытуемым неоднозначного изображения, которое может восприниматься двояко. При анализе экспериментальных данных учитывалось влияние когнитивного шума, являющегося неотъемлемой частью когнитивных процессов, и оказывающего воздействие, в частности, на процесс визуального восприятия бистабильных изображений. Необходимо отметить, что когнитивный шум, рассматриваемый при анализе нейрофизиологических данных, складывается из внутренних шумов, обусловленных физиологическими процессами, эмоциональной составляющей, а также воздействия внешних отвлекающих факторов.

На сегодняшний день основной механизм определения человеком объекта на изображении до конца неизвестен, однако, уже установлено, что восприятие является продуктом процессов в распределенной сети затылочной, теменной и фронтальной областей коры головного мозга [1]. При достаточно длительном предъявлении неоднозначного объекта испытуемому у последнего происходит эффект переключения восприятия этого объекта, например, ваза Рубина воспринимается поочередно как два лица или как ваза. Существует гипотеза, что данное переключение восприятия какого-либо бистабильного объекта связано с шумом, присущим системе взаимодействующих нервных клеток, являющимся результатом случайно генерируемых нейронных спайков [2-3]. В таком случае данный «внутренний шум» нейронной сети головного мозга играет решающую роль, как в случае восприятия неоднозначных изображений, так и в других областях принятия решений.

Экспериментальное исследование включало в себя следующие основные этапы. Испытуемому предъявляли изображения кубов Неккера с различными значениями управляющего параметра I , представляющего собой яркость трех внутренних ребер. Данные визуальные объекты демонстрировались многократно и в случайной последовательности испытуемому, при этом последний должен был нажимать правую кнопку, если изображение воспринималось им как право-ориентированный куб (куб обращен вправо и вверх), и левую кнопку – для лево-ориентированного куба (куб направлен влево и вниз). Между двумя последовательными предъявлениями изображений куба испытуемому показывали некоторое фоновое изображение, чтобы отвлечь внимание и сделать восприятие последующего куба Неккера независимым от предыдущего. В процессе эксперимента осуществлялась многоканальная запись ЭЭГ с использованием универсального электроэнцефалографа-регистратора «Энцефалан-ЭЭГР-19/26».

Для анализа полученных ЭЭГ и выделения характерных паттернов, соответствующих выбору той или иной проекции бистабильного изображения, использовался вейвлетный анализ, являющийся современным методом обработки нестационарных сигналов, позволяющий подробно исследовать частотные компоненты сигнала [4].

Для анализа полученных в результате эксперимента нейрофизиологических данных была разработана нелинейная модель визуального восприятия неоднозначного изображения, основанная на подходе, описанном в работе [5]. Предложенная модель на основе стохастического дифференциального уравнения с бистабильным потенциалом позволяет оценить вероятность выбора той или иной проекции бистабильного изображения, а также учитывает влияние когнитивного шума на процесс визуального восприятия неоднозначного объекта.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект № 16-12-10100), а также Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 16-32-00187).

Библиографический список

1. *Tong F., Meng M., Blake R.* // Trends in Cognitive Sciences. 2006. Vol. 10 P. 502.
2. *Huguet G., Rinzel J., Hupe J.-M.* // Journal of Vision. 2014. Vol. 14. P. 1.
3. *Gigante G., Mattia M., Braun J., Giudice P.D.* // PLoS Computational Biology. 2009. Vol. 5. P. e1000430.
4. *Hramov A.E., Koronovskii A.A., Makarov V.A., Pavlov A.N., Sitnikova E.* Wavelets in Neuroscience . Springer, Heidelberg, New York, Dordrecht, London. 2015.
5. *Pisarchik A.N., Jaimes-Reategui R., Magallon-Garcia C.D.A., Castillo-Morales C.O.* // Biological Cybernetics. 2014. № 108. P. 397.