

Применение имитационной модели радиотехнической схемы сети нейроноподобных генераторов ФитцХью–Нагумо при разных способах связи для исследования эпилептиформной активности*

*Н. М. Егоров^{1,2}✉, В. И. Пономаренко^{2,3},
И. В. Сысоев^{2,3}, М. В. Сысоева^{1,2}*

¹Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.

²Саратовский филиал Института радиотехники и электроники им. В. А. Котельникова РАН

³Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского

✉ egorov.n.m.omnis@gmail.com

Изучение принципов работы головного мозга на настоящий момент является нерешённой задачей, решение которой продолжают искать учёные всего мира. Очевидно, что такая сложная система требует комплексного подхода и для начала необходимо рассмотреть не работу всего мозга в общем, а частные случаи, на основе которых по мере их изучения, можно будет сложить целостную картину работы головного мозга. Одним из таких частных случаев можно считать приступы абсансной эпилепсии, лекарство от которой пока ещё не найдено, однако, определив основные механизмы её возникновения и протекания, можно будет определить область, в которой следует искать способ лечения, и как следствие получить более высокий шанс на нахождение лекарства.

В настоящей работе целью ставится сравнение модели, описанной в [1] с резистивной связью, и той же модели, но связанной посредством гиперболического тангенса, что должно быть более точно с физиологической стороны.

В данной работе в качестве элементов сети использовались упрощённые системы ФицХью-Нагумо, как это было предложено в [2]. Эта система удобна наличием одного управляющего параметра, что упрощает анализ полученных результатов. Принципиальная схема одного нейрона, используемого в нашей системе, разработана в [3].

При помощи программного обеспечения для моделирования электронных схем NI Multisim была запрограммирована модель таламо-кортикальной сети [1] для двух типов связи: резистивная [1] и через гиперболический тангенс, предложенная в [4].

*Работа поддержана РФФ, грант № 19-72-10030.

Проведённое исследование для данных сетей показывает схожую динамику электромагнитной активности в фазовой плоскости параметров управляющего параметра и силы связи в сети, но с некоторым смещением, относительно результатов [1]. При рассмотрении полученных временных реализаций как для группы, так и для отдельных нейронов, появляются отличия от полученных ранее результатов. Связь между генераторами, реализованная при помощи гиперболического тангенса со смещением, позволяет учесть тормозные связи между нейронами в рассматриваемой модели, что позволяет приблизить радиотехническую модель сети к реальной таламо-кортикальной сети головного мозга.

Список литературы

1. *Егоров Н. М., Пономаренко В. И., Сысоев И. В., Сысоева М. В.* Имитационное моделирование эпилептиформной активности сетью нейроподобных радиотехнических осцилляторов // Журнал технической физики. 2021. Т. 91, № 3. С. 519–528.
2. *Dahlem M. A., Hiller G., Panchuk A., Schöll E.* Dynamics of delay-coupled excitable neural systems // International Journal of Bifurcation and Chaos. 2009. Vol. 19. P. 745–753.
3. *Kulminskiy D. D., Ponomarenko V. I., Prokhorov M. D., Hramov A. E.* Synchronization in ensembles of delay-coupled nonidentical neuronlike oscillators // Nonlinear Dynamics. 2019. Vol. 98, № 1. P. 735–748.
4. *Medvedeva T. M., Sysoeva M. V., van Luijtelaar G., Sysoev I. V.* Modeling spike-wave discharges by a complex network of neuronal oscillators. Neural Networks. Vol. 98. P. 271–282.