

0.1. Егоров Н.М., Пономаренко В.И., Сысоев И.В., Сысоева М.В. Воплощение нейронной синаптической связи с регулируемой задержкой на основе аналоговой схемотехники

За последние годы появилось множество исследований, направленных на изучение работы биологических нейронных сетей. В мозгу человека могут присутствовать десятки миллиардов нейронов, которые соединены большим числом синапсов. Популярным методом исследования в различных областях, в том числе и при изучении работы мозга, является моделирование. Осуществить моделирование столь огромного числа нейронов в настоящий момент не представляется осуществимым, поэтому приходится идти на ряд уступок и упрощений. Предложено большое количество моделей биологических нейронов, которые с той или иной точностью описывают свойства реальных нейронов. Очевидно, что для исследования качеств и характеристик одиночных нейронов не требуется моделирование всего мозга, так для рассмотрения связи между нейронами, достаточно смоделировать два нейрона и синапс между ними. Задачей данной работы является разработка и имитационное моделирование синаптической связи между нейронами, а также анализ возбудимости нейронов в зависимости от параметров связи.

В качестве модели нейрона выбрана модель ФитцХью — Нагумо [1], для которой ранее уже была представлена радиотехническая реализация [2]. Функция связи, между нейронами описывается гиперболическим тангенсом со сдвигом с задержкой. Воплощение данной связи можно разделить на два функциональных блока, которые отвечают за ограничение сигнала гиперболическим тангенсом и задержку сигнала. В литературе встречаются работы, описывающие схемотехническое решение, для воспроизведения функции гиперболического тангенса [3]. В качестве блока задержки используется фильтр низких частот Бесселя второго порядка с заменой постоянных сопротивлений на переменные. Имитационное моделирование проводилось на базе программного обеспечения для моделирования электрических цепей NI Multisim. В результате было обнаружено, что осцилляторы ФитцХью — Нагумо обладают некоторой задержкой отклика на внешнее воздействие, которая зависит от силы связи.

Работа выполнена при поддержке РНФ (проект № 19-72-10030).

Научный руководитель — к.ф.-м.н. Сысоева М. В.

Список литературы

- [1] FITZHUGH R. Mathematical models of threshold phenomena in the nerve membrane // Bull. Math. Biophysics. 1955. Vol. 17. P. 257–278.
[2] EGOROV N. M., PONOMARENKO V. I., SYSOEV I. V., SYSOEVA M. V. Simulation of epileptiform activity

using network of neuron-like radio technical oscillators // Technical Physics. 2021. Vol. 66. N 3. P. 505–514.

- [3] LI H., YANG Y., LI W. ET AL. Extremely rich dynamics in a memristor-based chaotic system // Eur. Phys. J. Plus. 2020. Vol. 135. P. 579.