

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ИМПУЛЬСНЫХ ПАКЕТОВ В СИСТЕМЕ ДВУХ СВЯЗАННЫХ ОСЦИЛЛЯТОРОВ НЕЙРОННОГО ТИПА

Глызин С.Д., Марушкина Е.А.¹

Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова,
150000, г. Ярославль, ул. Советская, д. 14, E-mail: glyzin.s@gmail.com, ¹lenochka_s24@mail.ru

Для моделирования электрического взаимодействия пары одинаковых импульсных нейронов в книге [1] предложена система вида

$$\begin{aligned} \dot{u}_1 &= \lambda [-1 - f_{\text{Na}}(u_1) + f_{\text{K}}(u_1(t-1))]u_1 + D(u_2 - u_1), \\ \dot{u}_2 &= \lambda [-1 - f_{\text{Na}}(u_2) + f_{\text{K}}(u_2(t-1))]u_2 + D(u_1 - u_2). \end{aligned} \quad (3)$$

Здесь $u_j(t)$ – мембранные потенциалы нейронов, параметр λ определяется скоростью протекания процессов в системе, время нормировано запаздыванием потока ионов K^+ , функции $f_{\text{Na}}(u) = r_1 \exp(-u^2)$ и $f_{\text{K}}(u(t-1)) = r_2 \exp(-u^2(t-1))$ характеризуют проводимости натриевых и калиевых каналов клетки соответственно, наконец, коэффициент $D > 0$ задается связью нейронов между собой. Используя локальные асимптотические методы, в [2] удалось определить область значений параметров r_1, r_2 , для которых при подходящем выборе параметра связи D и увеличении λ в системе наблюдаются разномасштабные колебания, причем движения большой амплитуды представляют собой псевдослучайную последовательность импульсных пакетов. В качестве величин, адекватно характеризующих процесс возникновения импульсов или пакетов импульсов, были выбраны статистические характеристики непрерывной случайной величины расстояния между последовательно идущими пакетами. Проведенный статистический анализ зависимости предыдущего расстояния между пакетами $x(n)$ от последующего $x(n+1)$ показал, что можно выделить два класса режимов, существенно отличающихся наличием в одном из случаев сложной внутренней структуры псевдофазовой плоскости $\{x(n), x(n+1)\}$. Для обоснования этой классификации были рассмотрены статистические характеристики для разных типов режимов. Заметим, что в данной ситуации численная оценка ляпуновских экспонент не дает возможности различать такие аттракторы. Выяснилось, что надежно идентифицировать данные режимы позволяет оценка статистической энтропии, предложенная в [3]. Данная оценка наилучшим образом зарекомендовала себя и с точки зрения вычислительного процесса, так как по скорости вычислений эта величина существенно превосходит, например, нахождение корреляционного интеграла.

Литература

1. Кащенко С.А., Майоров В.В. Модели волновой памяти. – М.: ЛИБРОКОМ, 2009.
2. Глызин С.Д., Киселева Е.О. Динамика взаимодействия пары осцилляторов нейронного типа // Моделирование и анализ информационных систем. Т.15, №2. 2008. С.75-88.
3. Тимофеев Е.А. Статистически оцениваемые инварианты мер // Алгебра и анализ. Т.17, №3. 2005. С. 204-236.