

РЕКОНСТРУКЦИЯ МОДЕЛИ НЕЙРОПОДОБНОГО ГЕНЕРАТОРА ПО ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫМ СИГНАЛАМ

Сысоев И.В., Большаков Д.И.², Мищенко М.А.², Матросов В.В.²

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Россия, 195251, г.
Санкт-Петербург, ул. Политехническая, д. 29, dr.ilya.sysoev@yandex.ru

¹Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им.
Н. И. Лобачевского, Россия, 603022, г. Нижний Новгород, пр. Гагарина, 23

Рассмотрим задачу реконструкции по временному ряду уравнений генератора (1), построенного на основе системы фазовой автоподстройки частоты с полосовым фильтром и, как показано в [1], способного генерировать нейроподобную активность. Задача состоит в том, чтобы имея сигнал переменной y — ряд значений $\{y_n\}_{n=1}^N$ по нему оценить параметры $\varepsilon_{1,2}$ и γ или хотя бы какие-то их комбинации.

$$\frac{d\varphi}{dt} = y, \quad \frac{dy}{dt} = z, \quad \varepsilon_1\varepsilon_2\frac{dz}{dt} = \gamma - (\varepsilon_1 + \varepsilon_2)z - (1 + \varepsilon_1 \cos \varphi)y \quad (1)$$

В эксперименте измерению доступна единственная переменная y , соответствующая трансмембранному потенциалу, если рассматривать систему (1) в качестве феноменологической модели нейрона. Все переменные модели могут быть получены численным дифференцированием и интегрированием, но если использовать разработанный в [2] подход в лоб применительно к экспериментальным сигналам, то оказывается, что шумы слишком сильно искажают численные оценки второй производной — $\frac{dz}{dt} = \frac{d^2y}{dt^2}$. Задача реконструкции дополнительно осложняется тем, что истинная переменная y в действительности недоступна, а имеет место линейная измерительная функция с неизвестными параметрами. Поэтому задача была переформулирована:

$$\begin{aligned} y &= a\eta + b, & \psi &= \int \eta dt, & \varphi &= a\psi + bt + c, \\ z &= a\zeta, & \frac{dz}{dt} &= a\frac{d\zeta}{dt}, \end{aligned} \quad (2)$$

Реконструкция уравнений (2) по семи временным рядам, записанным в различных периодических и хаотических режимах, дала возможность оценить параметры с точностью от 2%–50% в зависимости от режима.

Литература.

1. Мищенко М. А., Шалфеев В. Д., Матросов В. В. Нейроподобная динамика в системе фазовой синхронизации // *Известия вузов. ПНД*. 2012. Т. 20, вып. 4. С. 122-130. DOI: 10.18500/0869-6632-2012-20-4-122-130
2. M. V. Sysoeva, I. V. Sysoev, M. D. Prokhorov, V. I. Ponomarenko, B. P. Bezruchko Reconstruction of coupling structure in network of neuron-like oscillators based on a phase-locked loop // *Chaos, Solitons and Fractals*, 2021, 142, 110513. DOI: 10.1016/j.chaos.2020.110513