

**Влияние электрической связи
на динамику ансамбля нейроноподобных элементов
с синаптическими тормозящими связями**

Т. А. Леванова¹, А. О. Казаков^{2,1}, А. Г. Коротков¹, Г. В. Осипов¹

¹ Национальный исследовательский
Нижегородский государственный университет имени Н.И. Лобачевского
Россия, 603950 Нижний Новгород, пр. Гагарина, 23

² Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»
Россия, 603155 Нижний Новгород, ул. Большая Печерская, д. 25/12
E-mail: tatiana.levanova@itmm.unn.ru, kazakovdz@yandex.ru, koralg81@gmail.com,
osipov@vmk.unn.ru

Автор для переписки Леванова Татьяна Александровна, tatiana.levanova@itmm.unn.ru
Поступила в редакцию 29.03.2018, принята к публикации 23.05.2018

Тема. Феноменологическая модель ансамбля трех нейронов, связанных химическими (синаптическими) и электрическими связями. Каждый нейрон моделируется одним осциллятором ван дер Поля. **Цель.** Изучение влияния силы электрической связи и частотной расстройки между элементами на режим последовательной активности, наблюдающийся в ансамбле нейроноподобных элементов с химическими тормозящими связями. **Метод.** Исследование проводится с использованием аналитических методов нелинейной динамики и компьютерного моделирования. **Результаты.** Показано, что введение сколь угодно малых электрических связей в ансамбль осцилляторов ван дер Поля с химическими (синаптическими) тормозящими связями приводит к разрушению устойчивого гетероклинического контура между седловыми циклами. Обнаружено, что неидентичность элементов (при отсутствии электрических связей) не приводит к разрушению указанного гетероклинического контура, что, в общем, не характерно для подобных систем. **Обсуждение.** Исследованный ансамбль нейроноподобных элементов предлагается рассматривать в качестве феноменологической модели нейронной сети. Такой подход имеет свои преимущества: здесь возможно исследовать низкоразмерные нейронные модели и воспроизводить основные эффекты, наблюдающиеся в более сложных моделях, например, в биологически реалистичной модели Ходжкина–Хаксли, а также в реальных экспериментах.

Ключевые слова: нейрон, химическая связь, электрическая связь, осциллятор ван дер Поля, гетероклинический контур.

[https://doi.org/ 10.18500/0869-6632-2018-26-5-101-112](https://doi.org/10.18500/0869-6632-2018-26-5-101-112)

Образец цитирования: Леванова Т.А., Казаков А.О., Коротков А.Г., Осипов Г.В. Влияние электрической связи на динамику ансамбля нейроноподобных элементов с синаптическими тормозящими связями // Известия вузов. Прикладная нелинейная

The impact of electrical couplings on the dynamics of the ensemble of inhibitory coupled neuron-like elements

T. A. Levanova¹, A. O. Kazakov^{2,1}, A. G. Korotkov¹, G. V. Osipov¹

¹ National research Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod
23, Gagarin ave., 603950 Nizhny Novgorod, Russia

² National research university «Higher school of economics»
25/12, Bolshaya Pecherskaya str., 603155 Nizhny Novgorod, Russia

E-mail: tatiana.levanova@itmm.unn.ru, kazakovdz@yandex.ru,
koralg81@gmail.com, osipov@vmk.unn.ru

Correspondence should be addressed to Levanova Tatiana A.,
tatiana.levanova@itmm.unn.ru

Received 29.03.2018, accepted for publication 23.05.2018

Topic. The phenomenological model of ensemble of three neurons coupled by chemical (synaptic) and electrical couplings is studied. Single neuron is modeled by van der Pol oscillator. **Aim** of work is to study of influence of coupling strength and frequency detuning between elements in the case of regime of sequential activity that is observed in ensemble of neuronlike elements with chemical inhibitory couplings. **Method.** The research is made with usage of analytical methods of nonlinear dynamics and computer modeling. **Results.** It was shown that adding of arbitrarily small electrical coupling to ensemble of van der Pol oscillators with chemical synaptic inhibitory couplings leads to the destruction of a stable heteroclinic contour between saddle limit cycles. It was also shown that nonidentity of elements (while electrical couplings are absent) do not lead to destruction of heteroclinic contour. This situation, in general, is not typical for such systems. **Discussion.** We suggest to consider the ensemble of elements as phenomenological model of neuronal network. Such approach has the following advantage: it is possible to study low-dimensional neuronal models and reproduce the main effects that are observed in more complex models, for example, in biologically realistic model of Hodgkin–Huxley and also in real experiments.

Key words: neuron, chemical coupling, electrical coupling, van der Pol oscillator, heteroclinic contour.

[https://doi.org/ 10.18500/0869-6632-2018-26-5-101-112](https://doi.org/10.18500/0869-6632-2018-26-5-101-112)

Reference: Levanova T.A., Kazakov A.O., Korotkov A.G., Osipov G.V. The impact of electrical couplings on the dynamics of the ensemble of inhibitory coupled neuron-like elements. *Izvestiya VUZ, Applied Nonlinear Dynamics*, 2018, Vol. 26, Issue 5, P. 101–112. <https://doi.org/10.18500/0869-6632-2018-26-5-101-112>