

Моделювання ефектів синхронізації активних елементів у просторово-розподілених середовищах

Пахненко С.Д., студ.; Князь І.О., доц.
Сумський державний університет, м. Суми

На сьогоднішній день маловивченими є властивості складних систем (неприклад, нейросистем), що складаються із великої кількості активних елементів. Останні характеризуються наявністю трьох станів: активності (збудження), спокою та рефрактерності. Перехід елементу із стану спокою у збуджений стан (у цьому стані він здатен збуджувати сусідні елементи) можливий лише за умови достатнього зовнішнього впливу. При цьому, за умови періодичного впливу, елемент здатен здійснювати ланцюжок циклічних переходів із одного стану в інший. Становить інтерес вивчення феноменів синхронізації окремих елементів системи, розповсюдження автохвиль, утворення просторових та часових патернів, тощо.

У роботі розглянуто модифіковану модель нейрона Ходжкіна-Хакслі (модель типу “активатор-інгібітор”), узагальнена за рахунок уведення просторової складової (мережа зв’язаних елементів) та кольорового шуму у рівняння для повільної моди. Відомо, що вихідна нуль-вимірною детерміністична модель добре описує механізми регенерації та активації біологічного нейрону за рахунок зовнішнього впливу.

Для комп’ютерного моделювання дискретної моделі обрано ґратку розміром 100x100 із періодичними граничними умовами. Чисельний аналіз динаміки моделі показав, що за відсутності шуму початковий стан системи завжди еволюціонує до стану рівноваги. За умови малих значень часу автокореляції кольорових флуктуацій та малої інтенсивності останніх у системі виникають стійкі спіральні хвилі. При цьому елементи скорельовані лише на малих часових масштабах. Збільшення інтенсивності шуму (за умови малих значень часу автокореляції) приводить до синхронізації елементів системи. Збільшення часу автокореляції приводить до зменшення синхронізації, при цьому повне її руйнування не відбувається. При великих значеннях інтенсивності шуму синхронізація руйнується, виникають лише окремі активні кластери, які не синхронізовані між собою.