

ХИМЕРНЫЕ СОСТОЯНИЯ В ОДНОМЕРНОЙ СИСТЕМЕ НЕЙРОНОВ С СУПЕРДИФФУЗИОННОЙ СВЯЗЬЮ

Фатеев И.С., Полежаев А.А.

Физический институт имени П.Н. Лебедева РАН, Россия, 119991, Москва, Ленинский проспект, д. 53, Тел.: (913)236-30-42, E-mail: i.fateev@lebedev.ru

Химерные состояния являются одними из самых интригующих контринтуитивных динамических явлений, обнаруженных в последние годы. Они представляют собой состояния с согласованным существованием синхронизированных и рассинхронизированных элементов. В задачах коллективной активности взаимодействующих осцилляторов, в частности нейронов, химерные состояния довольно быстро заняли основополагающую роль. Сейчас, химеры могут быть отождествлены с режимами, возникающими в коре головного мозга. Считается, что они связаны с обработкой визуальной информации, пространственным ориентированием и многими другими когнитивными процессами.

В работе рассматривается двух- и трех-компонентная система реакционно-супердиффузионных уравнений, основанная на нелинейных функциях модели Хиндмарш-Роуз, описывающая динамику цепочки взаимодействующих нейронов. В качестве оператора, ответственного за нелокальный тип взаимодействия между элементами, был использован дробный оператор Лапласа, формирующий супердиффузионный кинетический механизм.

Для различных показателей дробного оператора Лапласа продемонстрировано, что в данной системе возникают химерные состояния. Проанализирована их взаимосвязь с некоторыми параметрами нелинейных функций модели Хиндмарш-Роуз. В двухкомпонентной системе с супердиффузией по обоим компонентам рассчитаны зависимости как силы инкогерентности, так и фактора синхронизации от параметров нелокальности (показателей дробного Лапласиана). Показано, что при определенных комбинациях параметров, ответственных за нелокальность и нелинейные особенности активации точечных подсистем, глобальная рассинхронизация в системе реализуется быстрее. В отличие от двухкомпонентной, в трехкомпонентной системе наблюдалась большее разнообразие в динамике химер, в зависимости от характерных параметров, определяющих динамику третей, медленно эволюционирующей компоненты. Наконец, в работе показано, что в рамках полного математического задания дробного оператора Лапласа, формирующего глобальный тип взаимодействия между элементами, с нулевыми граничными условиями, в системе со временем может реализоваться инкогерентный фронт, предопределяющий возможность образования химер в вышеописанных системах с нелокальным типом взаимодействия [1].

Литература.

1. Fateev I., Polezhaev A. Chimera states in a chain of superdiffusively coupled neurons //Chaos: An Interdisciplinary Journal of Nonlinear Science T. 33, №. 10, 2023.