

Рецензия на бакалаврскую работу «Управление хаосом в модели Билера–Рейтера проводящей системы сердца» студентки А.С. Перепеловой

В бакалаврской работе рассматривается нелинейная система Билера–Рейтера обыкновенных дифференциальных уравнений с параметрами, которая используется при математическом моделировании некоторых динамических режимов проводящей системы сердца. Система построена на основании мембранной теории и описывает возникновение и передачу сигналов, отвечающих за сокращение сердечной мышцы. Известно, что при изменении некоторых параметров системы могут возникать бифуркации, в результате которых устанавливается сложная динамика, которая называется хаосом и является опасной для функционирования сердца. В бакалаврской работе изучается задача управления таким хаосом, через метод стабилизации системы. Работа состоит из четырех глав и приложений.

В первой главе подробно описывается происхождение и структура уравнений Билера–Рейтера.


Во второй главе излагаются основы теории бифуркаций конечномерных систем с параметрами. Используется метод редукции на центральное многообразие для описания локальных бифуркаций состояния равновесия, как бифуркация Андронова–Хопфа рождения предельного цикла. Для описания бифуркаций предельного цикла вводится отображение Пуанкаре. Для получения коэффициентов отображения Пуанкаре рассматриваются разные вариационные системы вдоль решений исходной системы. Изложены нормальные формы основных бифуркаций в системе с дискретным временем, в первую очередь бифуркации удвоения периода.

В третьей главе рассматривается система Билера–Рейтера с управлением. Показывается, что такая система порождает коцикл над базисным потоком, который моделирует допустимое управление. Доказывается условие диссипативности коцикла, что позволяет использовать отрицательность максимального показателя Ляпунова как достаточного условия стабилизации и исключения хаоса в системе.

В четвертой главе приводятся результаты численного эксперимента потери устойчивости стационарной точки системы Билера–Рейтера.

А.С. Перепелова использует в бакалаврской работе современные методы теории бифуркаций и теории коциклов для стабилизации системы Билера–Рейтера, показывая при этом высокую квалификацию математика. Считаю, что работа заслуживает оценки «отлично».

Старший научный сотрудник, к.ф.-м.н.



Е.В. Кудряшова