

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ КАЛЬЦИЕВЫХ РЕЛАКСАЦИОННЫХ АВТОКОЛЕБАНИЙ В УСЛОВИЯХ СЛУЧАЙНЫХ ВОЗМУЩЕНИЙ

Качусов С.М.¹, Башкирцева И.А.¹

¹) Уральский федеральный университет, Институт естественных наук и математики,
Кафедра теоретической и математической физики
E-mail: stepanurfu@gmail.com

MATHEMATICAL MODELING AND ANALYSIS OF CALCIUM RELAXATION SELF-OSCILLATIONS UNDER THE RANDOM PERTURBATIONS

Kachusov S.M.¹, Bashkirtseva I.A.¹

¹) Ural federal university, The Institute of Natural Sciences and Mathematics, the
Department of Theoretical and Mathematical Physics

A model of calcium dynamics is considered. The stability of the cycles is investigated. The conditions of excitation and suppression of oscillations are revealed for the bistability zones. The relationship between the stability of deterministic and stochastic systems is discussed.

Изменение концентрации кальция играет важную роль в широком круге внутри- и межклеточных процессов. Во многих экспериментальных исследованиях были обнаружены регулярные и хаотические кальциевые осцилляции. Выяснение основных механизмов возникновения кальциевых релаксационных колебаний привлекает внимание как биофизиков, так и математиков.

В докладе рассматривается модель Ли-Ринцеля кальциевой динамики с жесткой бифуркацией рождения цикла, характерной для частотной модуляции. В зоне автоколебательного режима исследуется устойчивость аттракторов и стохастические переходы, вызываемые случайными флуктуациями параметров кальциевых каналов. Выявлена степень устойчивости системы в зоне существования предельных циклов. Для зоны сосуществования устойчивого равновесия и устойчивого предельного цикла выявлены условия, при которых случайные возмущения могут возбуждать спайковые осцилляции из равновесного режима и, наоборот, подавлять колебания больших амплитуд. Найдена взаимосвязь устойчивости детерминированной и стохастической систем в зоне релаксационных автоколебаний. Для параметрического анализа этих явлений используются характеристические показатели, статистики межспайковых интервалов и аппарат функции стохастической чувствительности.

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда (№ 21-11-00062).

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда (№ 21-11-00062).

1. G. Dupont. Models of calcium signalling. New York: Springer Science, 2016.
2. Y.-X. Li, J. Rinzel. Equations for InsP3 receptor-mediated $[Ca^{2+}]_i$ oscillations derived from a detailed kinetic model: a Hodgkin-Huxley like formalism Journal of Theoretical Biology, 166:4 (1994), 461-473.
3. I. Bashkirtseva, A.B. Neiman, L. Ryashko. Stochastic sensitivity analysis of the noise-induced excitability in a model of a hair bundle Phys. Rev. E, 87 (2013), 052711.