

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ СТВОЛОВЫХ КЛЕТОК

Голубятников В.П., Татарина Е.А.

Новосибирский государственный университет, Новосибирск
golubyatn@yandex.ru

Рассмотрена предложенная в [1] математическая и численная модель функционирования геномной сети, контролирующей состояние эмбриональных стволовых клеток мыши. В соответствующих дифференциальных уравнениях биохимической кинетики нелинейные слагаемые Хилловского типа описывают скорости синтеза трёх РНК, кодирующих остальные компоненты геномной сети. Эти компоненты могут находиться как в ядре клетки, так и в её цитоплазме, что повышает размерность системы уравнений.

Полученные в [1] результаты о мультистабильности в фазовых портретах динамических систем размерностей 7 и 3 распространены на более сложную модель, представленную в виде нелинейной динамической системы размерности 10, учитывающей ещё одну положительную связь между компонентами геномной сети, и на более широкие области изменения параметров рассматриваемых моделей. Это позволило получить оценки для решений обратных задач идентификации таких параметров.

Следуя [2, 3], для исследования таких моделей, в частности для выявления их стационарных точек и описания перестроек фазовых портретов при вариациях параметров, было разработано специализированное клиент-серверное программное обеспечение и проведены вычислительные эксперименты: все вычисления производятся на облачном сервере, а результаты доступны в веб-браузере https://colab.research.google.com/drive/1BKX9KUrgxhOLPkl_WwbCn1EYppulhu5K?usp=sharing — адрес файла:

Результаты численного моделирования этой геномной сети полностью соответствуют описанию фазовых портретов указанных динамических систем средствами качественной теории дифференциальных уравнений.

Работа проводилась при поддержке РНФ, грант 23-21-00019.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Akberdin I.R., Omelyanchuk N.A., Fadeev S.I., Leskova N.E., Oschepkova E.A., Kazantsev F.V., Matushkin Yu.G., Afonnikov D.A., Kolchanov N.A. Pluripotency gene network dynamics: System views from parametric analysis. // PLoS ONE. 2018. V.13, № 3. e0194464.
2. Akinshin A.A., Ayupova N.B., Golubyatnikov V.P., Kirillova N.E., Podkolodnaya O.A., Podkolodnyy N.L. On a numerical model of a circadian oscillator. // Numerical Analysis and Applications, 2022, V. 15, № 3, p. 187–196.
3. Golubyatnikov V.P., Akinshin A.A., Ayupova N.B., Kirillova N.E. Stratifications and foliations in phase portraits of gene network models. // Vavilov Journal of Genetics and Breeding, 2022, V. 26, № 8, p. 758–764.