

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИНХРОНИЗАЦИИ БИОРИТМОВ НА РАЗНЫХ УРОВНЯХ ОПИСАНИЯ СИСТЕМЫ

Захаров А.П., Брацун Д.А.

Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет, Россия, 614600,
г.Пермь, ул.Сибирская 24, (342)238-63-64, az1211@mail.ru, dmitribratsun@rambler.ru

Известно, что циклические процессы происходят на всех уровнях жизнедеятельности организма, начиная с процессов транскрипции/трансляции генов и до таких внешних проявлений активности организма в целом, как сон-бодрствование. Выделяются три характерных масштаба описания системы: микроскопический (уровень нескольких генов), мезоскопический (уровень клетки) и макроскопический (уровень организма). Исследование ритмов на каждом уровне требует своего подхода.

На базовом уровне описания, где важна роль флуктуаций, методом Гиллеспи [1] численно исследован эффект синхронизации запаздывающих стохастических колебаний в репресселяторе, состоящем из трех генов. Выявлены механизмы синхронизации и влияние на этот процесс внутреннего шума. На мезоскопическом уровне синхронизация циркадианных ритмов рассмотрена на основе предложенной ранее пространственно-распределенной модели с запаздыванием [2]. Исследовано взаимодействие нескольких клеток, обменивающихся химическими сигналами и устанавливающих коллективное поведение. Для численного решения задачи был разработан новый метод решения задач реакции-диффузии с запаздыванием, не требующий хранения данных для всех временных слоев на отрезке запаздывания.

Макроскопический уровень описания представлен численным исследованием модели роста эпителиальной ткани, предложенной в [3], которая дополнена механизмом циркадианных ритмов в отдельных клетках и возможностью прямого обмена сигналами через клеточные мембраны. Так как в симуляциях участвовало одновременно более тысячи клеток, это позволило выявить макроскопические эффекты, невидимые на уровне одной клетки. В частности, обнаружено появление волн синхронизации, что согласуется с результатами недавних экспериментальных работ.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования Пермского края (грант С-26/244) и Программы развития ПГГПУ (проект 031-Ф).

Литература

1. *Bratsun D., Volfson D., Hasty J., Tsimring L.* Delay-induced stochastic oscillations in gene regulation // *PNAS*, 2012. – Vol. 102, N. 41. – pp. 14593-14598.
2. *Брацун Д.А., Захаров А.П.* Моделирование пространственно-временной динамики циркадианных ритмов *Neurospora crassa* // *Компьютерные исследования и моделирование*, 2011. – Т. 3, № 2. – С. 191-213.
3. *Salm M., Pismen L.M.* Chemical and mechanical signaling in epithelial spreading // *Phys. Biol.* 2012. – Vol. 9, N. 2. – p. 026009.