

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора физико-математических наук Сидоровой Аллы Эдуардовны на тему: «Модели самоорганизации в эволюции биологических систем микро-и макроуровней» по специальности 1.5.2 - Биофизика (физ.-мат. науки)

Диссертация Сидоровой А.Э. посвящена разработке математических моделей в эволюции биологических систем на базе представления о самоорганизации в активных средах как согласования регулярных процессов соизмеримого временного и пространственного масштабов на общем уровне (в активной среде) и разномасштабных процессов между уровнями в системе иерархии. Математическое моделирование играет решающую роль в развитии различных областей теоретической биофизики, системной биологии, геномной и биомедицинской инженерии, прикладной математики и, часто является единственно возможным инструментом исследования биосистем различного уровня организации (сложности). Сложность биологических систем обусловлена их неравновесностью и чрезвычайно широким диапазоном характерных пространственных масштабов величин и временных масштабов процессов. Наиболее адекватным подходом к теоретическому описанию таких систем является синергетика - междисциплинарное направление исследований, в рамках которого изучаются общие закономерности процессов самоорганизации: от молекулярного до экосистемного.

В работе Сидоровой А.Э. представлены модели динамики размера генома и его кодирующей части в эволюции от прокариот до многоклеточных эукариот, формирования α -спиральных структур белков, формирования урбоэкосистем.

Впервые на основе теорий самоорганизации и динамики активных сред построена математическая модель динамики генома и его кодирующей части для трех таксонометрических групп – прокариот, одноклеточных и многоклеточных эукариот. С точки зрения теории самоорганизации

рассмотрены основные механизмы положительной обратной связи, достаточные для увеличения размера генома и его кодирующей части. Показано, что согласование процессов соизмеримого временного и пространственного масштабов на общем уровне (активной среде) в ходе самоорганизации способствует формированию таксонов одного уровня биологической сложности, а формирование новых таксонов связано с согласованием разномасштабных процессов между уровнями иерархии (таксонами разного уровня биологической сложности). Размеры генома и кодирующей части в модели рассматриваются как мера структурных и функциональных изменений. В модели использованы стохастические величины размеров генома, кодирующей части и скорости мутаций, способствующих видообразованию. Используемые значения параметров модели представляются научно достоверными. Результаты модели не только не противоречат литературным данным, но и развивают данное направление.

Представлен авторский метод оценки хиральности спиральных структур, основанный на взаимном расположении α -углеродов и векторных произведениях и позволяющий определять знак, и величину хиральности. Достоверность метода определяется использованием данных о реальных структурах из базы PDB и большим количеством проанализированных спиралей. На базе этого метода впервые созданы модели формирования из цепочки левых аминокислотных остатков (одномерной активной среды) пространственной структуры правой α -спирали (следующего уровня структурной иерархии - трехмерной активной среды) и формирования правой α -спирали на основе двух частичной модели движения в потенциале Леннарда - Джонса.

Разработанные модели подтверждают справедливость концепции смены знака хиральности при переходе с первичного на следующий уровень структурно-функциональной организации белков в ходе самоорганизации и способствуют дальнейшему развитию концепции фолдинга белков с позиций самоорганизации в активных средах. Поскольку хиральность играет важную

роль в процессе структурообразования белков, создание метода оценки хиральности и моделей формирования структуры правой α -спирали являются актуальными для прикладных задач биофизики и конструирования искусственных белков.

В диссертации впервые представлена модель развития урбоэкосистем как автоволнового процесса самоорганизации сопряженных природной и антропогенной подсистем. Такой подход позволяет учитывать как антропогенные, так и природные процессы в границах этих экосистем. Актуальность изучения и моделирования урбоэкосистем определяется высокой интенсивностью динамики роста численности населения и глобальной урбанизации. Модель апробирована на примере Москвы и городов Подмосковья, а также прогнозных моделей развития Новой Москвы и Шанхая до 2030 г. Данный подход позволяет оценивать процессы развития городов и может быть использована в области их планирования и сохранения естественных биоценозов.

Диссертация А.Э. Сидоровой значительна по объему выполненной работы, в ней квалифицированно поставлены и решаются актуальные вопросы самоорганизации систем микро- и макроуровней. Все представленные модели характеризуются научной новизной, теоретической и практической значимостью. Результаты исследования обоснованы и представляются достоверными. Автором проработан значительный объем научной литературы.

По теме диссертации опубликовано 46 статей, из них в рецензируемых научных изданиях, индексируемых в базах Web of Science, Scopus, RSCI – 31 статья. 2 свидетельства о регистрации прав на ПО. 3 учебника для высших учебных заведений, 2 монографии, 3 учебных пособия. Результаты работы представлены и обсуждены на 18 международных и всероссийских конференциях.

Текст автореферата в полной мере отражает содержание диссертационной работы.

Принципиальных замечаний по данной работе нет.

Диссертация отвечает требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В.Ломоносова к работам подобного рода. Содержание диссертации соответствует специальности 1.5.2 - Биофизика (физ.-мат. науки), критериям, определенным пп. 2.1-2.5 Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В.Ломоносова, а также оформлена, согласно приложениям № 5, 6 Положения о диссертационном совете Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова.

Сидорова Алла Эдуардовна заслуживает присуждения ей ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.5.2 - Биофизика (физ.-мат. науки).

Доктор физико-математических наук,
профессор кафедры биокибернетических систем
и технологий Института искусственного интеллекта,
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «МИРЭА — Российский технологический
университет» (РТУ МИРЭА)
Каданцев Василий Николаевич

Контактные данные:

Раб.тел.: +74992156565, доб.4036

e-mail: kadantsev@mirea.ru

Адрес места работы: 119454, ЦФО, Москва, проспект Вернадского, д.78