

## **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 посвящена разработке математических моделей в эволюции биологических систем на базе представления о самоорганизации в активных средах. Впервые представлены три модели различных биофизических процессов: модель динамики размера генома и его кодирующей части в эволюции от прокариот до многоклеточных эукариот, модель формирования  $\alpha$ -спиральных структур белков, и модель развития урбоэкосистем. Теоретической базой представленных моделей является рассмотрение самоорганизации как согласования регулярных процессов соизмеримого временного и пространственного масштабов на общем уровне (в активной среде) и разномасштабных процессов между уровнями в системе иерархии.

Математической основой модели динамики генома и его кодирующей части для трех таксонометрических групп является система стохастических дифференциальных уравнений, полученная из линеаризованной системы двух обыкновенных дифференциальных уравнений, одно из которых содержит кубическую нелинейность, а другое – линейное. Вывод стохастических уравнений производится с использованием леммы Ито. Применение в качестве параметров модели стохастических величин размеров генома, кодирующей части и скорости мутаций представляются научно достоверными.

На базе авторского метода оценки хиральности спиральных структур впервые созданы модели формирования из цепочки левых аминокислотных остатков (одномерной активной среды) пространственной структуры правой  $\alpha$ -спирали (следующего уровня структурной иерархии - трехмерной активной среды) и формирования правой  $\alpha$ -спирали на основе двухчастичной модели движения в потенциале Леннарда-Джонса. Достоверность метода определяется использованием данных о параметрах реальных структур в базе PDB и большим количеством проанализированных спиралей. Это, в свою очередь, определяет достоверность

построенных на его основе моделей формирования  $\alpha$ -спирали. Модель образования  $\alpha$ -спирали на основе модели двухчастичного взаимодействия в потенциале Леннарда-Джонса позволяет учесть пространственные характеристики спиралей и условия движения на дне потенциальной ямы, что существенно упрощает вычисления.

Модель урбоэкосистем основана на модифицированной автором системе уравнений ФицХью-Нагумо. Постановкой математической модели развития урбоэкосистем, для которых характерны пространственные неоднородности параметров среды, является начально-краевая задача для системы сингулярно возмущенных уравнений с кубической нелинейностью типа реакция-диффузия. Автором рассмотрены одномерный и двумерный случаи. Проведен анализ условий возникновения автоволнового фронта, а также его туннелирования и запираения, что отражает условия формирования урбоэкосистем. Исследование основано на строго доказанных результатах о существовании устойчивых стационарных решений с большими градиентами на границах разделов сред. Для двумерного случая в модели используются нелинейности, содержащие разрывы первого рода. Применение автором моделей с математически обоснованными условиями применимости, а также достоверных статистических и картографических данных определяет достоверность полученных результатов.

Степень обоснованности основных научных положений определяется использованием адекватных математических методов и достоверных научных данных можно оценить как высокую. Кроме того, обоснованность научных положений подтверждается публикаций результатов исследования: по теме диссертации опубликовано 46 статей, из них в рецензируемых научных изданиях, индексируемых в базах Web of Science, Scopus, RSCI – 31 статья. Текст автореферата в полной мере отражает содержание диссертации.

Новизна, оригинальность и корректность представленных результатов не вызывает сомнений. Результаты соответствуют содержанию работы и положениям, выносимым на защиту. В целом, работа А.Э. Сидоровой является серьезным научным достижением и несомненно обладает высокой научной значимостью.

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 ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.5.2 - Биофизика (физ.-мат. науки).

Доктор физико-математических наук,  
Профессор, зав. отделением прикладной математики  
МГУ имени М.В. Ломоносова, Физический факультет  
Боголюбов Александр Николаевич

Контактные данные:

Раб.тел.: +7(495)939-10-33

e-mail: bogan7@yandex.ru

Адрес места работы: 119991, ГСП-1, Москва,  
Ленинские горы, МГУ им. М.В.Ломоносова,  
Дом 1, строение 2, Физический Факультет,  
Отделение прикладной математики

Подпись удостоверяю

Ученый секретарь физического факультета МГУ имени М.В.Ломоносова

Профессор В.А.Караваев