Дрожжин Сергей Вячеславович ВМК МГУ им. М.В. Ломоносова,

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ЭВОЛЮЦИИ РЕПЛИКАТОРНЫХ СИСТЕМ

Кандидатская диссертация по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»

Доклад 6 июня, 14:00, каб. 727

Аннотация

В 1971 году М. Эйгеном и П. Шустером была предложена теория предбиологической эволюции, основанная на математической модели динамики репликаторных систем. Особую роль в этой теории играют так называемые гиперциклические системы, в которых каждая макромолекула катализируется с помощью предыдущей и все это происходит в замкнутом цикле. Известно, что гиперциклические системы удовлетворяют трем основным постулатам Ч. Дарвина: наследственность, изменчивость и естественный отбор. Кроме того, доказано, что эти системы обладают рядом замечательных математических свойств, среди которых можно отметить невырожденность и существование устойчивого предельного цикла при размерности системы n >= 5. Все это позволило рассматривать эту систему в качестве подходящего математического объекта для описания предбиологической эволюции, в результате которая могла возникнуть сложная самовоспроизводящаяся макромолекула, подобная макромолекуле РНК. Одной из важнейших характеристик репликаторной системы является ее средняя приспособленность (фитнес). В теоретической биологии широко используется визуальное представление поверхности средней приспособленности в виде стационарного геометрического объекта, состоящего из возвышенностей и впадин, а сам процесс эволюции видов отмечается траекторией, которая несмотря на временное снижение, через перевалы устремляется к одной из вершин этой поверхности. Для решения проблемы неустойчивости гиперциклической системы по отношению к паразитам, в докладе предлагается математическая модель эволюционной адаптации, основанная на утверждении фундаментальной теоремы о естественном отборе Р. Фишера. Теорема Фишера гласит о том, что любая биологическая система в процессе эволюции стремится к увеличению средней приспособленности (фитнеса). Основной гипотезой предлагаемой модели является предположение о том, что поверхность фитнеса не фиксирована, а может изменяться со временем. Причем время (эволюционное время), в течение которого происходит это изменение, во много раз более медленное, чем время описывающее активную динамику системы. Кроме того, предполагается, что изменения поверхности фитнеса происходят на некотором заранее заданном допустимом множестве ландшафтов приспособленности, а критерием успеха является выполнение постулата основной теоремы Фишера, то есть максимизация величины средней приспособленности. Показано, что в этом случае, процесс эволюционной адаптации сводится к решению последовательности задач математического программирования. Результатом решения этих задач является система, которая резистентна по отношению к паразитическим видам, от воздействия которых погибала до момента эволюционного изменения. Отдельно рассмотрены задачи эволюционной адаптации системы двойного гиперцикла, а также двух систем специального вида: муравейник и сети РНК молекул. Помимо этого, впервые рассмотрена задача эволюционной адаптации репликаторной системы в условиях присоединения к этому процессу новых видов в случайные моменты эволюционного времени.