

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ФЛУКТУАЦИЙ НА УСТОЙЧИВОСТЬ БИОСИСТЕМ

Сухов В.С., Воденев В.А., Опригов В.А., Мысягин С.А.

Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского
Россия, 603950, Нижегородская область, г. Нижний Новгород, просп. Гагарина, 23,
ННГУ, каф. биофизики.

Тел.: (831)-465-61-06, факс (831)-465-85-92, e-mail: kbf@bio.unn.ru

В настоящее время существует ряд работ, показывающих сложное влияние флуктуаций на ряд протекающих в живых организмах процессов. Они могут повышать чувствительность рецепторов к восприятию внешнего стимула, стимулировать перенос веществ через мембрану, участвовать в регуляции экспрессии генов и т.д. Можно предположить, что увеличение уровня флуктуаций может оказывать влияние и на другие процессы в живых системах. В частности, весьма актуальным является вопрос о возможной роли флуктуаций в адаптации. Его теоретическому анализу и посвящена настоящая работа.

На первом этапе анализа, была разработана математическая модель адаптационного процесса живого объекта, которая учитывала два состояния – основное (в нем система «гибнет» под действием повреждающего фактора) и стрессовое (система не разрушается под действием повреждающего фактора). При этом предполагалось, что переходы между состояниями зависели от величины «потенциального барьера» (E) и уровня флуктуаций в системе (D), константу скорости перехода (k) в общем случае описывали формулой (1):

$$k = k_0 \exp\left(-\frac{E}{D}\right)$$

(1)

где k_0 – константа скорости перехода между состояниями в системе при $E = 0$.

В рамках модели принимали, что основное состояние являлось исходно более вероятным, нежели стрессовое (т.е. $E_{\text{основного}} > E_{\text{стрессового}}$). Модель решали численно, в течение 1000 единиц модельного времени, повреждающий фактор действовал с 900-й по 1000-ю единицу. Устойчивость системы оценивали по доле систем, «выживших» после действия повреждающего фактора.

При анализе разработанной модели было показано, что увеличение параметра D вызывало сложные изменения устойчивости. Так зависимость устойчивости от величины D при низких значениях k_0 (1) имела монофазный характер (возрастание), при средних значениях (10) – двухфазный (возрастание – снижение), а при высоких (100) – трехфазный (возрастание – снижение – возрастание).

Проведенный теоретический анализ показывает, что возрастание уровня флуктуаций может оказывать сложное влияние на системную устойчивость биообъекта, причем характер такого влияния зависит от особенностей системы.