

МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕХАНИЗМОВ МНОГОАЛЬТЕРНАТИВНОСТИ В ПРИСПОСОБИТЕЛЬНОЙ ЭВОЛЮЦИИ

Подвальный С. Л., Васильев Е. М.

(Воронежский государственный технический университет, Воронеж)

Исследование эволюционных процессов в живой природе приобретает в настоящее время актуальность в силу расширяющегося, междисциплинарного использования общих закономерностей эволюционного развития в управлении социальными и антропогенными системами [1].

В предлагаемой работе излагаются результаты математического моделирования и анализа ключевого механизма эволюционного процесса – механизма многоальтернативности генетических структур, обеспечивающего адаптивный, приспособительный характер эволюции в условиях изменяющейся внешней среды [2].

Процесс приспособительной эволюции представлен дискретным однородным марковским процессом, в котором $S_{i,1}, \dots, S_{i,N}$ – состояния системы с числом элементов $n = 1, \dots, N$ и набором i генетических изменений; λ, μ, η – интенсивности потоков событий внешней среды, накопления генофонда и роста числа элементов соответственно. Для практически важного случая ($\mu \gg \eta$) вектор вероятностей $P(t) = [p_0(t) \ p_1(t) \ p_2(t) \dots]$ одномерных состояний S_0, S_1, S_2, \dots системы описывается дифференциальным уравнением Колмогорова:

$$(1) \quad \frac{dP(t)}{dt} = P(t) \cdot \Lambda,$$

Λ – инфинитезимальная матрица. Решение уравнения (1):

$$(2) \quad P(t) = P(0)e^{\Lambda t},$$

где $P(0) = [p_0(0) \ p_1(0) \ p_2(0) \dots]$ – вектор начального состояния.

На рис. 1 показан наиболее интересный результат моделирования эволюции системы при начальной сложности $n_{нач}$ ниже

критической. Вероятность p_0 поглощающего состояния S_0 (вырождения системы) с течением времени стремится к единице.

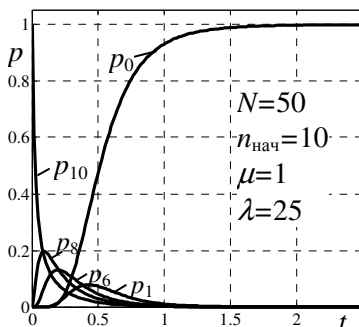


Рис. 1. Вырождение системы при сложности $n_{нач}=10$

Проведённое исследование процессов генетической эволюции свидетельствует о том, что устойчивое существование и развитие системы реализуется за счёт увеличения её генетического многообразия со скоростью, превышающей скорость угрожающих существованию системы изменений внешней среды, т.е. эволюция сложных систем необходимо обеспечивается многообразием, многоальтернативностью её генетических структур. Это многообразие тесно связано с критической нижней сложностью системы, при переходе через которую скорость накопления генетических альтернатив становится меньше скорости появления неблагоприятных факторов среды, и система в статистическом смысле будет обречена на вырождение.

Литература

1. НОВИКОВ Д.А. *Кибернетика: Навигатор. История кибернетики, современное состояние, перспективы развития.* – М.: ЛЕНАНД, 2016. – 160 с.
2. ПОДВАЛЬНЫЙ С.Л., ВАСИЛЬЕВ Е.М. *Многоальтернативное управление открытыми системами: концепция, состояние и перспективы* // Управление большими системами. Вып. 48. – М.: ИПУ РАН, 2014. – С. 6–58.