

МОДЕЛЬ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ В ПОПУЛЯЦИИ С УЧЕТОМ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МЕЖДУ ОСОБЯМИ

Пиунов Д.С.

Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, ф-т ВМК, каф. Численного и функционального анализа, Россия, 603950, г. Нижний Новгород, пр. Гагарина, 23, тел.: 8-910-890-00-61, e-mail: piunovds@rambler.ru

Настоящая работа посвящена исследованию одной модели передачи информации в некоторой популяции с учетом различных видов взаимодействия между особями. Модель описывается следующей системой дифференциальных уравнений:

$$\begin{cases} \dot{x} = a(x+y) + b \frac{xy}{x+y} + k \frac{x^2}{x+y} - sx, \\ \dot{y} = c \frac{xy}{x+y} + p \frac{y^2}{x+y} - ry, \end{cases}$$

где $y(t)$ – количество носителей информации (обученных особей) в момент времени t , $x(t)$ – количество особей, не обладающих информацией (необученных), a – коэффициент размножения обученных и необученных особей. Между особями популяции существуют такие виды взаимодействия как конкуренция и симбиоз (взаимопомощь), причем присутствуют как внутригрупповое, так и межгрупповое взаимодействие. Тогда b и c – коэффициенты, учитывающие передачу информации и межгрупповое взаимодействие, а k и p – коэффициенты внутригруппового взаимодействия. Коэффициенты s и r – это коэффициенты смертности для необученных и обученных особей соответственно.

Для исследования системы вводятся новые переменные:

$$w = x + y, \quad \xi = \frac{x}{w}, \quad \eta = \frac{y}{w}.$$

В результате сделанной замены переменных получим систему на стандартном симплексе. В настоящей работе исследуется предельное поведение полученной системы.

Исследование свойств искомой модели приводит к некоторым важным выводам относительно исхода взаимодействия особей. Наиболее важным итогом взаимодействия является сохранение передаваемой информации в популяции. Необходимым условием неограниченно долгого сохранения информации является выполнение неравенства $b + c > k + p$, из которого следует, что межгрупповое взаимодействие особей должно быть сильнее внутригруппового. Таким образом, для популяции в целом, межгрупповой симбиоз особей оказывается гораздо важнее взаимопомощи особей внутри групп.

В рассмотренной модели обучения учтены все виды квадратичного взаимодействия между особями популяции: передача информации, конкуренция и взаимопомощь. Исследованы все качественно различные варианты поведения в зависимости от параметров системы. Для всех вариантов поведения построены фазовые портреты.