



Возможности этих результатов показаны для системы уравнений Лотки-Вольтерра.

Рассмотрим систему дифференциальных уравнений, описывающую динамику системы “хищник-жертва” [3]:

$$\begin{cases} \frac{dx_1}{dt} = rx_1 \left(1 - \frac{x_1}{K}\right) - \frac{\alpha x_1 x_2}{a+x_1} - qEx_1, \\ \frac{dx_2}{dt} = \frac{\beta x_2 x_3}{a+x_3} - dx_2 - \gamma x_2^2, \\ \frac{dx_3}{dt} = \frac{1}{e}(x_1 - x_3), \\ (pqx_1 - c)E - s = 0, \end{cases} \quad (2)$$

где  $x_1$ ,  $x_2$ ,  $x_3$  – плотности популяций хищника и двух жертв, предполагается, что все параметры постоянны и неотрицательны.  $r$ ,  $K$ ,  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $a$ ,  $q$ ,  $E$ ,  $d$ ,  $e$ ,  $s$ ,  $p$  – положительные константы.

Для численной реализации (2) выберем следующие параметры:  $\alpha = 0,95$ ,  $\beta = 0,75$ ,  $K = 100$ ,  $q = 0,5$ ,  $a = 30$ ,  $d = 0,002$ ,  $p = 15$ ,  $c = 1$ ,  $e = 2$ ,  $s = 0$ .

Тогда система (2) примет вид:

$$\begin{cases} \frac{dx_1}{dt} = 2x_1 \left(1 - \frac{x_1}{100}\right) - \frac{0,95x_1 x_2}{30+x_1} - 0,5Ex_1, \\ \frac{dx_2}{dt} = \frac{0,75x_2 x_3}{30+x_3} - 0,002x_2 - 0,05x_2^2, \\ \frac{dx_3}{dt} = \frac{1}{2}(x_1 - x_3), \\ (7,5x_1 - 1)E - 4(E - 3,993) = 0. \end{cases} \quad (3)$$

На основании теоремы 1 можно сделать вывод, что тривиальное решение системы (2) при выбранных параметрах устойчиво при постоянно действующих возмущениях в третьем уравнении.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Воскресенский Е. В. *Асимптотические методы: Теория и приложения*. – Саранск: Средневолжское математическое общество, 2001. – 300 с.

2. Ляпина А. А., Мамедова Т. Ф. *Об исследовании устойчивости решения системы дифференциальных уравнений вольтерровского типа* // Научно-технический вестник Поволжья. – 2012. – № 1. – С. 195–198.

3. Kar T. K., Kunal Chakraborty *Bioeconomic modelling of a prey predator system using differential algebraic equitation* // Int. J. of Engineering, Science and Technology. – 2010. – V. 2. – No 1. – P. 13–34.

**Ю. С. Макарова, Л. И. Зеленина**

*Северный (Арктический) федеральный  
университет им. М. В. Ломоносова*

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОСЛЕДСТВИЙ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА ЕВРОПЕЙСКОМ СЕВЕРЕ**

Наличие предпосылок к антропогенному потеплению климата и его возможные негативные последствия привели к росту внимания к этой проблеме в мировом научном сообществе.

Для России детализированные по регионам оценки наблюдаемых и предполагаемых изменений климата особо важны, поскольку из-за значительных природно-обусловленных различий климата на территории России изменения климата в ее регионах проявляются крайне неравномерно [1, с. 4].

На основе анализа данных многолетних инструментальных наблюдений за климатом и обобщения материалов отечественных и зарубежных научных исследований по оценке возможных изменений климата в ближайшей перспективе можно