

---

**Динамика численности в системе популяций  
с анизотропией по миграции**

Кулаков М.П.

*Институт комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН, ул.  
Шолом-Алейхема 4, Биробиджан, 679016, Россия  
e-mail: k\_matvey@mail.ru*

---

Для большинства видов животных характерно неравномерное распределение особей по ареалу, которое заключается в том, что популяция в пределах своего ареала имеет различные местообитания с различными плотностями. Такая неоднородность, будь она вызвана неоднородным распределением трофического(пищевого) ресурса, свойствами ареала, или пространственным перераспределением особей по однородному ареалу, приводит к мозаичности пространственной структуры популяции. Изучению вопросов возникновения, сохранения и динамики такой мозаичной структуры посвящено множество работ [1,2].

В данной работе рассматривалась динамика двух неоднородных точечных популяций, занимающих равную экологическую нишу с постоянным и переменным сезонным расселением, и связанных между собой миграционными потоками. Рассмотрен случай, когда за сезон возможно только одно расселение – непосредственно после размножением. Доля мигрантов из каждого местообитания либо постоянна, либо определяется плотностью местообитания, из которого происходит расселение.

Исследовалась известное отображение с симметричной диффузионной связью

$$\begin{cases} x_{n+1} = f(x_n) \cdot (1 - m_1(x_n)) + m_2(y_n) \cdot f(y_n) \\ y_{n+1} = f(y_n) \cdot (1 - m_2(y_n)) + m_1(x_n) \cdot f(x_n) \end{cases}, \quad (9)$$

где  $x_n$  и  $y_n$  – численности каждой из популяций в  $n$  сезон,  $m_1$  и  $m_2$  – доли эмигрирующих особей из каждого местообитания,  $f$  – функция воспроизводства, в качестве которой использовалась функции запас-пополнение Рикера  $f(x) = axe^{-bx}$ .

При  $m_1 = m_2 = m = const$  все неподвижные точки ( $\bar{x} = \bar{y} = \ln(a) = h$ ) и синхронные элементы 2-цикла на фазовой плоскости лежат на части биссектрисы первого координатного угла, в то время как асинхронные элементы 2-цикла лежат на ортогональном ему отрезке прямой  $y+x = 2h$ . Было показано, что при потере устойчивости ветвления цикла в зависимости от величины  $m$  фиксируется от 2 до 6 пар возможных элементов 2-цикла системы, устойчивость которых определяется начальными условиями. Прежде чем достигнуть одного из возможных устойчивых циклических состояний (синхронных или асинхронных) траектория системы проходит через неустойчивые циклические состояния, а численность при этом испытывает сильные изменения.

Для случая  $m_1 \neq m_2$  показано, что происходит растяжение множества неподвижных точек в некоторое невыпуклое множество. На границах этого множества система (1) либо вырождается либо теряет устойчивость через каскад удвоения периода.

В случае переменной доли мигрантов предполагается триггерный характер насыщения доли мигрантов такой, что при низкой численности в одном из местообитаний наблюдается минимальная конкуренция и число особей стремящихся покинуть его минимально, с ростом же плотности происходит рост числа эмигрантов и их число стремится к максимально возможному, при котором эмигрируют почти все. Для описания этого эффекта использовалась функциональная зависимость

$$m(x) = \frac{x^{k-1}}{\mu^k + x^k}, \quad k \gg 1, \quad (10)$$

которая достаточно хорошо описывает скачек доли эмигрантов от плотности  $x$  [1], где  $\mu$  - критическая численность. При этом под местообитанием с наиболее лучшими условиями можно понимать местообитание с наименьшим критическим значением  $\mu$ .

Численное исследование системы (1) с переменной долей мигрантов (2) показало наличие квазипериодической динамики с окнами периодичности, а также автоколебательного характера колебаний, не зависящего от начальных параметров. Синхронность колебаний численности местообитания с числом эмигрантов из него, так же как асинхронность колебаний численности в разных местообитаниях указывает на то, что вследствие переуплотнения возникает популяционный крах и значительное снижение численности по сравнению с предыдущим периодом.

*Исследования проведены при финансовой поддержке РФФИ-ДВО РАН проект № 06-04-96025 и ДВО РАН в рамках Программы ОБН РАН "Биологические ресурсы России проект № 06-1-ОБН-102 и Программы ОБН РАН "Фундаментальные основы управления биологическими ресурсами" проект № 04-1-ОБН-106.*

## Литература

1. Свирижев Ю.М. *Нелинейные волны, диссипативные структуры и катастрофы в экологии*, Наука, 1987.
2. Фрисман Е.Я. *О механизме сохранения неравномерности в пространственном распределении особей*, Математическое моделирование в экологии (199), 145–153.