

УДК 504: 51

МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕЖВИДОВОЙ КОНКУРЕНЦИИ

*Цыкина С., Цыкина Т., студенты 1 курса факультета
агротехнологий, земельных ресурсов и пищевых производств
Научный руководитель – Исаев Ю.М., доктор технических наук,
профессор, Джабраилов Т.А., кандидат физико-математических
наук, доцент
ФГБОУ ВО Ульяновская ГСХА*

Ключевые слова: популяция, конкуренция, размножение

*В работе представлена логистическая модель классической
экологии взаимодействие популяций.*

Рассмотрим динамическую экологическую систему, которая представляет собой некоторую биологическую популяцию, численность которой $x(t)$ эволюционирует во времени. Пусть это будет изолированная от других популяций система, в которой нет сколько-нибудь заметной борьбы за существование, и рост численности популяции в течение некоторого промежутка времени ничем не ограничен. При таких условиях роста популяции естественным путем приводит к парным взаимодействиям.

Рассмотрим две конкурирующие популяции x_1 и x_2 . Конкуренция видов означает, что каждый из них стремится подавить другой вид. В уравнения для скорости прироста кроме парных нужно ввести перекрестные взаимодействия. Тогда приходим к системе двух уравнений:

$$\begin{cases} \frac{dx_1}{dt} = r_1 x_1 - b_1 x_1^2 - a_{12} x_1 x_2, \\ \frac{dx_2}{dt} = r_2 x_2 - b_2 x_2^2 - a_{21} x_1 x_2 \end{cases} \quad (1)$$

где r_i – константа собственной скорости роста i -ой популяции в отсутствии конкуренции $i = 1, 2$. Член $(b_i x_i^2)$, пропорциональный количеству встреч

между особями, учитывает «самоотравление» популяции, объяснимое многими причинами (конкуренцией за ресурсы питания, выделением в среду вредного метаболита и др.). Коэффициент b_i называется коэффициентом внутривидовой конкуренции или смертности в i -ой популяции; a_{12} - коэффициент подавления первой популяции со стороны второй. Аналогичный смысл имеют коэффициенты второго уравнения в системе (1).

Введем в систему (1) величину $K_i = r_i / b_i$ – предельное значение численности популяции, при котором скорость роста становится равной нулю, что соответствует устойчивому стационарному состоянию с максимально возможной в данных условиях численностью популяции и называется емкостью среды.

В этом случае исследуется конкуренция популяций, потребляющих общий ресурс. Пусть x_1 и x_2 – численности конкурирующих популяций. Модель (называемая также моделью Лотки-Вольтерры) выражается уравнениями

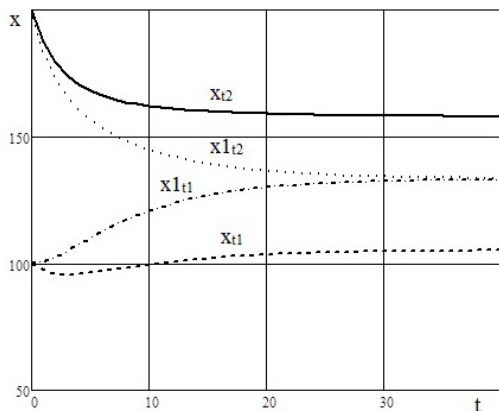


Рисунок 1 - Зависимость численности популяции от времени при скорости роста $r_1 = r_2 = 2$; $K_1 = K_2 = 200$ и при различных начальных значениях численности x_0 и интенсивности межвидовой конкуренции.

$$x_{t1} - x_0 = 100, \alpha_{12} = 0,4; x_{1t1} - x_0 = 100; \alpha_{12} = 0,5;$$

$$x_{t2} - x_0 = 200, \alpha_{21} = 0,6; x_{1t2} - x_0 = 200; \alpha_{21} = 0,5;.$$

$$\begin{cases} \frac{dx_1}{dt} = r_1 \cdot x_1 \cdot \frac{K_1 - x_1 - \alpha_{12} \cdot x_2}{K_1}, \\ \frac{dx_2}{dt} = r_2 \cdot x_2 \cdot \frac{K_2 - x_2 - \alpha_{21} \cdot x_1}{K_2} \end{cases} \quad (2)$$

Параметры α_{12} и α_{21} отражают интенсивность межвидовой конкуренции. Чтобы получить зависимость от времени численностей популяций x_1 и x_2 , нужно решить систему (2) с заданными коэффициентами и начальными условиями. График функций при разных начальных значениях численности популяции при $K_1 = K_2 = 200$ и $r_1 = r_2 = 2$ представлены на рис.1.

Главный вопрос, который интересует исследователя межвидовой конкуренции – при каких условиях увеличивается или уменьшается численность каждого вида? Данная модель предсказывает следующие режимы эволюции взаимодействующих популяций: устойчивое сосуществование или полное вытеснение одной из них.

Библиографический список

1. Исаев, Ю.М. Моделирование траектории движения частицы материала в устройстве со спирально-винтовым рабочим органом / Ю.М. Исаев, Н.М.Семашкин // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2014. –№ 1 (25).- с. 156-160.
2. Исаев, Ю.М. Влияние активного слоя при движении зернового потока под действием спирального винта на процесс выгрузки / Ю.М. Исаев, Н.М.Семашкин // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2010. –№ 2.- С. 104-107.

MODELLING OF THE TRANS-SPECIES COMPETITION

Tsykina S., Tsykina T.

Keywords: *population, competition, reproduction*

In work the logistic model of classical ecology interaction of populations is presented.