УДК 504: 51

МОДЕЛЬ ЧИСЛЕННОСТИ РАЗНОПОЛОЙ ПОПУЛЯЦИИ

Расшивалин О., студент 1курса факультета агротехнологий, земельных ресурсов и пищевых производств
Научные руководители – Исаев Ю.М., доктор технических наук, профессор, Семашкин Н.М., кандидат технических наук, доцент
ФГБОУ ВО Ульяновская ГСХА

Ключевые слова: *популяция, конкуренция, размножение, вибрационное поле*

В работе представлена логистическая модель классической экологии взаимодействие популяций.

Известной математической моделью, в основу которой положена задача о динамике численности популяции, является классическая модель неограниченного роста – геометрическая прогрессия в дискретном представлении, $A_{n+1} = qA_n$ или экспонента, в непрерывном $dx/dt = rx$.

Численность разнополой популяции, в которой размножение происходит путем скрещивания, в реальных условиях не должна опускаться ниже некоторой критической величины. При падении плотности популяции ниже критической величины время, в течение которого может состояться оплодотворение, становится боль- ше времени, в течение которого особь способна к размножению. В этом случае популяция вымирает. Учесть эти процессы позволяет модель [1, 2]:

$$\frac{dx}{dt} = \frac{r \cdot x^2}{b + cx} - d \cdot x - p \cdot x^2$$

Член $\frac{r \cdot x^2}{b + cx}$ отражает тот факт, что в двуполых популяциях при малых численностях скорость роста пропорциональна вероятности встреч особей разного пола ($r \cdot x_2$), а при больших численностях – количеству самок в популяции ($r x$). Слагаемое ($d x$)описывает естественное вымирание особей, слагаемое ($p \cdot x_2$) – самоограничение вида.

Модель имеет три стационарных решения: два устойчивых ($x_1 = 0$ и $x_3 = K$) и одно неустойчивое ($x_2 = L$, $0 < L < K$). Неустойчивое решение ($x_2 = L$) соответствует нижней критической границе численности, а одно из устойчивых ($x_3 = K$) — верхней критической границе.

Характер логистической кривой зависит от величины параметров r и K и от начальной численности x_0. Это уравнение обладает двумя важными свойствами. При малых x численность возрастает экспоненциально при больших – приближается к определенному пределу К. Эта величина, называемая емкостью популяции, определяется ограниченностью ресурсов и представляет собой системный фактор, который определяет ограниченность роста популяции в данном ареале обитания. График функции (5) при разных начальных значениях численности популяции при К = 100 и $r = 0,2$ представлены на рис.1.

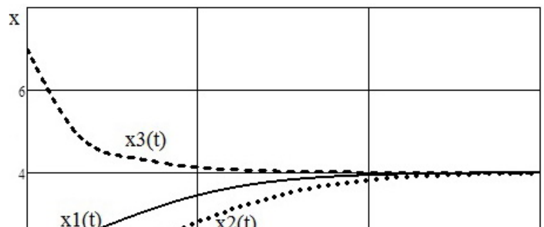

Рисунок 1 -. Зависимость численности популяции от времени при скорости роста $r = 0,2$ и при различных начальных значениях численности x_0.

$x_1(t) - x_0 = 2$; $x2(t) - x_0 = 1,5$; $x3(t) - x_0 = 7$; $x4(t) - x_0 = 0,9$; $x5(t) - x_0 = 1$.

Если в правой части уравнений (1) более сложная нелинейная функция, то алгебраическое уравнение для стационарных значений может иметь несколько корней и реализуемое решение в этом случае зависит от начальных условий.

Величины L и К различны для разных популяций и могут быть определены из наблюдений и экспериментов.

Из рисунка 3 а видно, что скорость восстановления популяции после ее падения, в силу промысла или неблагоприятных условий, зависит от того, насколько близка новая начальная численность к опасной границе L. Если ущерб, нанесенный популяции, невелик (меньше половины емкости экологической ниши), популяция быстро восстанавливается по кривой $x_1(t)$, не имеющей точки перегиба. В случае, когда численность оставшейся популяции близка к критической, восстановление происходит сначала очень медленно, популяция надолго «застревает» вблизи опасной границы, а затем уже, «набрав силы», более быстро выходит на устойчивый стационарный уровень К (кривая $x_2(t)$). Кривые $x4(t)$ иллюстрируют вырождение популяции в случае, когда начальная численность опустилась ниже критической границы. Обращает на себя внимание сходство начальных участков кривых $x_2(t)$ и $x_4(t)$. Близость к опасной границе со стороны больших значений $x_2(t)$и меньших $x_4(t)$выражается в долгом пребывании системы в неопределенном состоянии, когда малые флуктуации могут легко «перебросить» систему через опасную границу в «благополучную» область возврата к стационарному значению К или, наоборот, — в область вымирания.

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.

MODEL OF NUMBER OF HETEROSEXUAL POPULATION

Rasshivalin O.

***Keywords**: population, competition, reproduction, vibration field*

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