

УДК 621.03

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ В ЭКОЛОГИИ ПРИ КОМПЬЮТЕРНОМ МОДЕЛИРОВАНИИ СИСТЕМЫ «ХИЩНИК – ЖЕРТВА»

Громазина И. С. , Полякова А.А. , ст. гр. ГДс-164, 1 курс
Научный руководитель: Рудакова А.А. ст.преподаватель
Кузбасский государственный технический университет
имени Т.Ф. Горбачева
г. Междуреченск

Экологические проблемы в последнее время волнуют всё. Наука экология для решения этих проблем применяет самые разнообразные методы, в том числе и математический. Выход книги Томаса Мальтуса «Опыт о законе народонаселения» в 1798 году можно считать первым историческим примером применения математики в экологии. В данном трактате впервые сформулированы задачи о численности населения при возможности неограниченно размножаться, и рост населения будет расти во времени в геометрической прогрессии.

Но классической системой стала система Лотка—Вольтерра в которой на основе упрощенных представлений о характере закономерностей, рассмотрено взаимодействие двух популяций - хищника и жертвы. И описывание поведение системы математическими средствами были описаны взаимодействие хищника и жертвы с помощью системы уравнений:

$$\begin{cases} N_i + 1 = N_i + rN_i - aN_iC_i \\ C_i + 1 = C_i + faN_iC_i - qC_i \end{cases}$$

где N_i -количество жертв, C_i -количество хищников, r -коэффициент прироста, q -коэффициент смертности, faN_iC_i - число встреч между видами, aN_iC_i - число встреч между особями обоих видов.

Данная модель внесла значительный вклад в формирование теоретической базы для различных биологических исследований (колебания численности популяций, наличие аутостабилизации и прочее), объясняя различные явления, наблюдаемые экспериментально.

В качестве цели своей работы выбран способ разработки непрерывной распределенной модели взаимодействия «хищник – жертва», которая позволит воспроизвести данную модель, смоделировать местоположение популяций на территории и провести с ее помощью вычислительные эксперименты, позволяющие изучить взаимодействия в рассмотренной системе.

Объектом моделирования выбрана замкнутая среда обитания, в которой происходит взаимодействие двух биологических популяций – хищников и жертв; внутренняя структура объекта включает комплекс взаимодействий в системах: «хищник – жертва», «хищник– хищник», «среда – хищник». Все

процессы (рост, вымирание, размножение) происходят на поверхности среды обитания в матричной области.

Построим математическую модель:

1. Ограниченная часть плоскости, состоящая из ячеек квадратной матрицы представляет собой среду обитания, любая особь перемещается в одну из соседних незанятых ячеек, но хищник ищет ближайшую по расположению к нему жертву

2. Хищник съедает жертву (или себе подобное) если та находится только в соседней к нему ячейке и при этом сам перемещается в эту ячейку. Жертва питается возобновляемым питательным веществом ячейки.

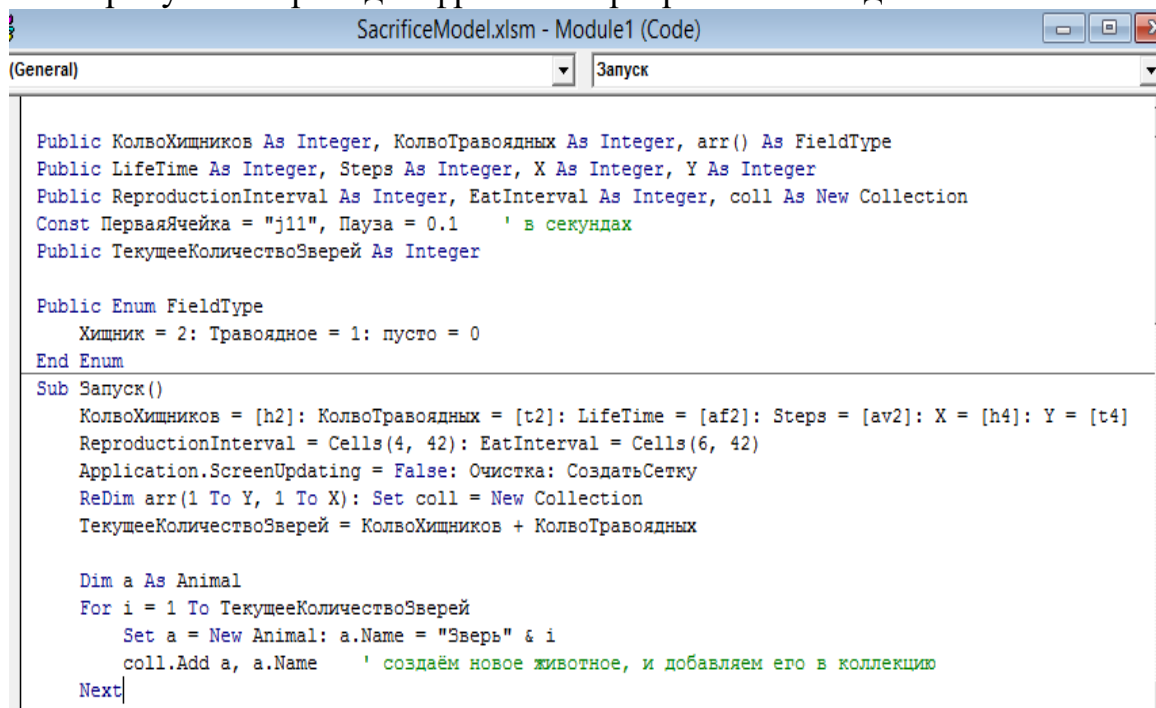
3. Любая особь может оставить потомство в той клетке, из которой она переместилась с периодом, который задаётся параметром.

4. Любая особь живет ограниченным параметром временем жизни особи.

5. «Хищная» особь не находя себе пищи в течение определенного времени (время голодной смерти является параметром), то она погибает.

Программная реализация модели «хищник-жертва» реализуется на языке программирования Visual Basic for Applications в среде Microsoft Excel. Она представляет собой симулятор с графическим интерфейсом, который позволяет по заданным характеристикам взаимодействия в системах получить данные о количестве хищников и жертв во времени, рассмотреть фазовые траектории и расположение особей по области среды обитания.

На рисунке 1 приведён фрагмент программного кода.



```
Public КолвоХищников As Integer, КолвоТравоядных As Integer, arr() As FieldType
Public LifeTime As Integer, Steps As Integer, X As Integer, Y As Integer
Public ReproductionInterval As Integer, EatInterval As Integer, coll As New Collection
Const ПерваяЯчейка = "j11", Пауза = 0.1 ' в секундах
Public ТекущееКоличествоЗверей As Integer

Public Enum FieldType
    Хищник = 2: Травоядное = 1: пусто = 0
End Enum

Sub Запуск()
    КолвоХищников = [h2]: КолвоТравоядных = [t2]: LifeTime = [af2]: Steps = [av2]: X = [h4]: Y = [t4]
    ReproductionInterval = Cells(4, 42): EatInterval = Cells(6, 42)
    Application.ScreenUpdating = False: Очистка: СоздатьСетку
    ReDim arr(1 To Y, 1 To X): Set coll = New Collection
    ТекущееКоличествоЗверей = КолвоХищников + КолвоТравоядных

    Dim a As Animal
    For i = 1 To ТекущееКоличествоЗверей
        Set a = New Animal: a.Name = "Зверь" & i
        coll.Add a, a.Name ' создаём новое животное, и добавляем его в коллекцию
    Next
```

Рис. 1. Программный код, реализующий модель «хищник-жертва»

Реализация данной задачи в среде Microsoft Excel с исходными входными данными представлена на рисунке 2.

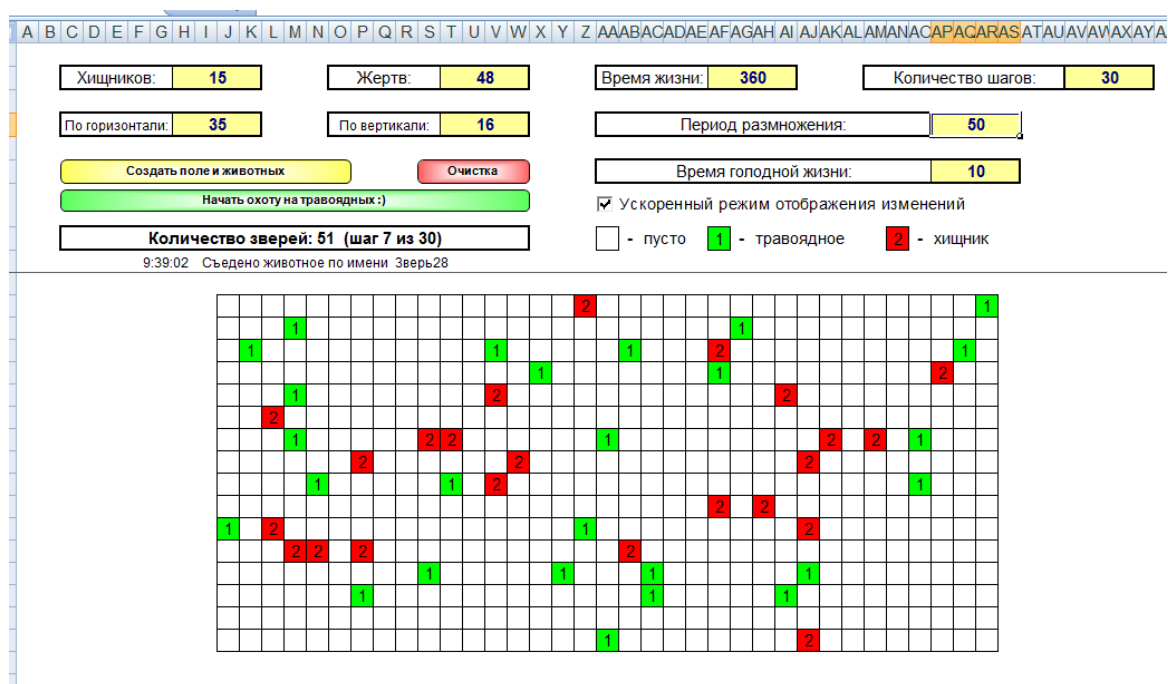


Рис.2. Вид результатов дискретного моделирования

Таким образом, в данной работе рассмотрена дискретная распределенная модель взаимодействий в системе «хищник – жертва» на основе моделирования в виде программы-симулятора, для визуализации проведенного вычислительного эксперимента. Данные подтверждают многогранность развития сценария системы «хищник – жертва» и позволяют оценить проблему контроля над численностью популяций живых организмов в сложных экологических системах и последствия воздействия человека на природу с целью организации его деятельности так, чтобы не допустить «экологической катастрофы».

Таким образом, математические модели вносят важный вклад в формирование теоретической базы для биолого-экологических исследований и имеют первостепенное значение из-за своей актуальности.

Список литературы:

1. Вольтера В Математическая теория борьбы за существование/В.Вольтера. – М.: Наука 1976. – 615 с.
2. Самарский А.А., Михайлов А.П. Математическое моделирование. Москва: Физматлит, 2001.