

автомобилей должна происходить случайным образом с использованием закона распределения. Есть несколько законов распределения дискретной случайной величины (ДСВ).

Биномиальное распределение ДСВ – распределение при котором дискретная величина  $X$  – количество «успехов» в последовательности из  $n$  независимых случайных экспериментов, таких что вероятность успеха в каждом из них равна  $p$ . Здесь вероятность находится по формуле Бернулли. Данный закон распределения чаще всего используется для решения задач, связанных с необходимостью построения закона распределения успешных и не успешных исходов какого-либо эксперимента и не очень подходит для решения поставленной задачи.

Пуассоновское распределение ДСВ. Позволяет смоделировать случайную величину, которая представляет собой количество событий, которые произошли за фиксированный временной интервал. При этом есть условие, которое говорит о том, что данные события происходят с некоторой фиксированной интенсивностью и независимо друг от друга. Данный закон является предельным случаем Биномиального, что делает его наиболее подходящим для применения при создании имитационной модели, с помощью которой потом могут быть решены многие задачи.

**Ю. И. Давидюк**  
(БрГТУ, Брест)

## **АНАЛИЗ ЭВОЛЮЦИОННОГО АЛГОРИТМА В РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ОПТИМИЗАЦИИ**

Для анализа эволюционных алгоритмов смоделируем среду для поиска оптимального поведения группы агентов в реальном времени. Для управления агентами будем использовать простую нейронную сеть с различными способами обучения.

Смоделированная среда должна иметь агентов, которые в конкурентной борьбе собирают некоторые объекты. Для взаимодействия у агентов имеются сенсоры. С помощью сенсоров агенты получают следующую информацию: сигнал о наличии добычи поблизости, расстояние до добычи, косинус угла между вектором направления агента и вектором, направленным на добычу, сигнал о наличии конкуриру-

ющих агентов рядом. Задача агентов за минимальное время собрать максимальное количество объектов.

Для управления агентами будем использовать нейронную сеть. На вход распределительного слоя нейронной сети подается информация с сенсоров, а на выходе получаем значение угла поворота, а также значение изменения скорости движения агента.

Обучение нейронной сети будем производить с помощью генетических алгоритмов и стандартных алгоритмов обучения многослойного персептрона. Обучение производилось до определенной эпохи и популяции. В таблицу 1 сведены результаты исследования, а именно за какое время справились агенты по поиску всех объектов в среде.

Таблица 1 – Результаты обучения нейронной сети

Количество эпох/ количество популяций	Стандартное обучение, сек	Обучение с помощью ГА, сек
500/5	120,3	32,56
1000/10	104,65	17,19
1500/30	69,36	13,41
3000/60	38,52	5,56

Следует отметить, что генетические алгоритмы лучше подходят для решения поставленной задачи оптимизации.

**А. Ю. Добшиков, А. В. Лубочкин**  
(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

## ПЕРЕВОД МОДЕЛИ МАЯТНИКА С ДВУМЯ НЕЛИНЕЙНОСТЯМИ В НЕУСТОЙЧИВОЕ ПОЛОЖЕНИЕ РАВНОВЕСИЯ С МИНИМАЛЬНОЙ ЭНЕРГИЕЙ

Рассматривается задача перевода ограниченными управлениями нелинейной системы

$$\ddot{x} - \sin x + u \cos x = 0 \quad (1)$$

за время  $\theta$  из начального состояния  $(x(0), \dot{x}(0)) = z(0) = z_0 = (x_{10}, x_{20})$  в верхнее неустойчивое положение равновесия  $(x(\theta), \dot{x}(\theta)) = (\pi, 0)$  с минимальными затратами энергии. Система (1) моделирует маятник, управляемый горизонтальными перемещениями точки подвеса.