

Т.Д. КАРМИНСКАЯ, В.И. АЛЕКСЕЕВ

ГИБРИДНАЯ МОДЕЛЬ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПОТРЕБНОСТЕЙ В КВАЛИФИЦИРОВАННЫХ КАДРАХ ДЛЯ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ РЕГИОНАЛЬНОГО УРОВНЯ УПРАВЛЕНИЯ

На основе моделей нейронных сетей, нечетких множеств, адаптивного самонастраивающегося алгоритма многомерной глобальной оптимизации и алгоритмов прогнозирования разработана гибридная модель прогнозирования потребностей региональной экономики в квалифицированных кадрах трех уровней профессионального образования (высшего, среднего и начального). Разработан пакет программ и получены численные результаты.

Ключевые слова: Нейронные сети; нечеткие множества; многомерная адаптивная оптимизация; прогнозирование; уровни профессионального образования; пакет программ.

Based on neural network models, fuzzy sets, adaptive self-adjusting algorithm for multidimensional global optimization, and prediction algorithm a hybrid model to forecast the regional demand for qualified personnel of three educational levels (higher, secondary, primary professional education), programmer package have been developed, numerical results have been obtained.

Keywords: neural networks; fuzzy sets; multidimensional global optimization; forecasting; professional education; programme package.

ВВЕДЕНИЕ

Одним из эффективных механизмов управления системой образования является использование прогнозирующей математической модели, количественно описывающей связи между участниками системы «образование-рынок труда и экономика» для определения структуры и объемов подготовки специалистов. Предлагается прогнозирующая математическая модель, которая основана на использовании гибридной системы. Гибридная система включает: математические балансовые модели спроса и предложения на рынке труда и рынке образовательных услуг [1,2], эффективный алгоритм многопараметрической глобальной оптимизации [3,4] и модели прогнозирования на нейронных сетях и нечетких множествах [5,6]. Преимуществом использования гибридных систем является то, что такие системы, взаимодействуя между собой, позволяют уменьшить недостатки отдельных элементов системы и усилить преимущества других. Например, погрешности в статистических исходных данных, используемых в работе, компенсируются возможностями обобщения нейронных сетей, нечетких и оптимизационных алгоритмов.

Последовательно решены задачи:

- 1) прогнозирование временных рядов нейронными сетями и нечеткими моделями;
- 2) определение среднегодовой численности работников в 13 отраслях экономики и промышленности по 7 уровням профессионального образования ХМАО;
- 3) определение коэффициентов ротации для занятого населения в зависимости от уровня образования и отрасли экономики;

- 4) определение матриц профессионально-квалификационного соответствия между 28 укрупненными группами специальностей и 13 отраслями экономики;
- 5) определение потребности экономики региона по 28 укрупненным группам специальностей с разным уровнем профессионального образования (высшим, средним и начальным).

В качестве исходных в работе использованы статистические данные по Ханты-Мансийскому автономному округу (ХМАО) [7]: распределение среднегодовой численности населения, занятого в экономике по видам экономической деятельности; распределение численности населения по шести возрастным группам (мужчины, женщины); распределение численности выпуска квалифицированных рабочих со средним и высшим профессиональным образованием.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ НЕЙРОННЫМИ СЕТЯМИ И НЕЧЕТКИМИ МОДЕЛЯМИ

Перечисленные выше задачи прогнозирования параметров занятости населения в экономике региона решены с использованием трехслойных нейронных сетей с сигмоидной функцией активности:

$$y = \frac{1}{1 + e^{-c \cdot S}},$$

где $c > 0$ – коэффициент, характеризующий ширину сигмоидной функции по оси абсцисс, $S = \sum_{i=1}^n w_i x_i$ – взвешенная сумма (сумма произведений входных сигналов x_i на весовые коэффициенты w_i , n – число входных сигналов). Эта функция является непрерывной, монотонно возрастающей и дифференцируемой в диапазоне значений $[0,1]$. Структура трехслойной сети зависит от числа входных сигналов. В решаемых нами задачах число входных данных (элементов временного ряда) варьировалось в интервале от 5 до 15 измерений.

Для обучения нейронной сети прогнозированию используется выборка известных элементов временного ряда. Обучение сети производится на множестве алгоритмов поиска минимума функции – обратного распространения, Левенберга-Маркара, квази-Ньютона – и метода сопряженных градиентов или их комбинаций. После обучения сеть прогнозирует временной ряд на упреждающий промежуток времени.

Процесс прогнозирования временного ряда называется проекцией временного ряда. Проекция ряда строится следующим образом: сеть обрабатывает начальный набор значений и выдает прогноз; первое наблюдение из исходного набора отбрасывается, вместо него ставится прогноз, полученный на первом шаге; по новому набору входных значений строится следующий прогноз и т.д. Процесс проектирования можно продолжить неограниченно. При этом среднеквадратическая ошибка прогнозирования растет с увеличением шага прогноза. По этой причине горизонт прогнозирования ограничивается небольшим числом шагов.

При моделировании процессов возможности нейронных сетей могут усиливаться за счет применения технологии обработки информации, основанной на нечетких множествах и нечетком выводе. Этот метод связан с оцениванием функции принадлежности элементов к множествам с помощью нечетких логических операторов. Предлагаемый подход не только ослабляет требования к точности данных в процессе построения модели, но и позволяет описать сложные системы с помощью