



## ГЕНЕРАЦИЯ СТРУКТУРЫ И ПАРАМЕТРОВ ЭКСПЕРТНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

**В.В. СЕРЕБРОВСКИЙ**  
**С.А. ФИЛИСТ**  
**О.В. ШАТАЛОВА**  
**А.А. ЧЕРЕПАНОВ**

*Юго-Западный  
государственный  
университет*

*e-mail:  
kafedra-ipm@mail.ru  
Cha84@mail.ru*

Описывается принципиальный алгоритм генерации гибридной экспертной системы, включающей в себя нейронные сети и нечеткую логику. Рассматриваются вопросы, как генерации структуры экспертной системы так и определения весовых коэффициентов элементов информационной системы.

Ключевые слова: нечеткая логика, нейронные сети, информатика, информационные системы, экспертные системы.

В настоящее время для моделирования сложных систем, для которых очень трудно составить адекватную математическую модель, широко используются экспертные системы, построенные на основе нейронных сетей и нечеткой логики.

Среди нейронных сетей наибольшее распространение получили так называемые сети прямого распространения, т.е. без обратных связей. Определяющим свойством таких сетей является их устойчивость.

Одним из направлений повышения эффективности работы экспертных систем – объединение достоинств технологий нейронных сетей и систем нечеткой логики. При этом выбор структуры нейронной сети и определение параметров функций принадлежности является весьма непростой задачей.

Разрабатываемая гибридная система служит для классификации набора объектов на классы на основании определенного набора признаков.

В качестве основы гибридной системы выбрана распространенная модель нечеткого решающего модуля, состоящая из блоков фуззификатора, агрегатора и дефуззификатора [1]. На этапе фуззификации выполняется разбиение признакового пространства на группы для последующего анализа наборов сгруппированных признаков. Агрегирование выполняется в два последовательных шага: на первом выполняется построение структуры групповых агрегаторов, предназначенных для вычисления коэффициентов уверенности принадлежности объектов к заданному классу на основании каждой группы признаков.

На втором шаге для рассчитанных групповых коэффициентов уверенности строятся основные агрегаторы, позволяющие непосредственно определить коэффициент уверенности принадлежности объекта к заданному классу. В качестве дефуззификатора гибридной системы используется нейронная сеть, обучение которой производится на основе исходных обучающих данных. Алгоритм построения гибридной решающей системы для рассматриваемой задачи показан на рисунке.

В начале построения системы выполняется ввод числовых значений признаков объектов, разделенных на обучающие данные, т.е. объекты, значения признаков которых будут использованы в алгоритмах обучения нейронных сетей и контрольные данные, на основании которых будет рассчитываться качество прогнозирования, выполняемого системой (блок 1).

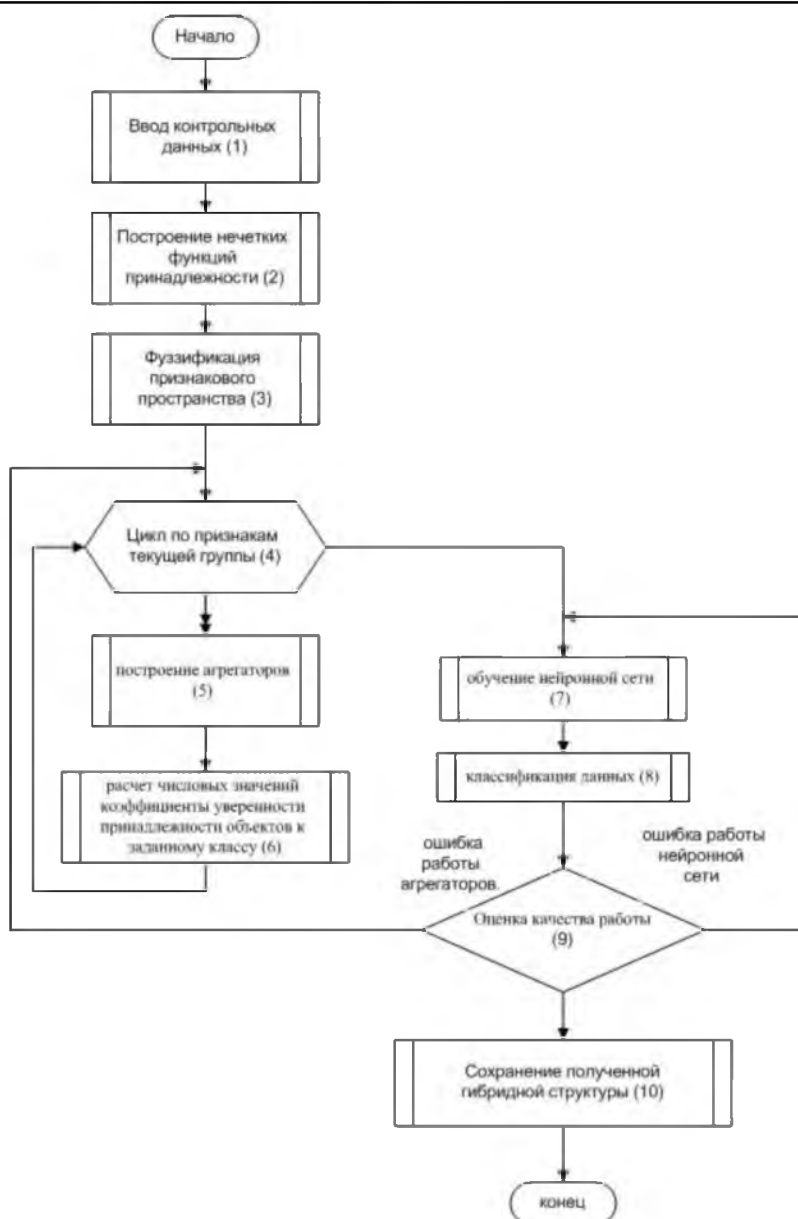


Рис. Алгоритм построения гибридной решающей системы

На следующем этапе выполняется построение нечетких функций принадлежности и фузификации признакового пространства (блоки 2, 3). Блок 4 инициализирует цикл по всем группам признаков класса, в котором для каждой группы строятся наборы агрегаторов по каждому классу. Затем выполняется построение агрегаторов для объединения полученных значений в коэффициенты уверенности принадлежности объектов к заданному классу (блок 5).

Этап построения агрегаторов для каждого класса представляет собой выбор способа объединения функций принадлежности по признакам объектов с помощью набора нечетких логических операций. Под нечеткой операцией понимается некоторая функция, принимающая в качестве операндов два нечетких числа, являющихся соответствующими значениями объединяемых функций принадлежности. В качестве указанных нечетких операций могут выступать как ряд стандартных алгебраических действий, так и специфические операции, определенные над нечеткими множествами [2]. В качестве дополнительных элементов нечетких операций используются операции концентрирования и растяжения нечеткого множества

Выбор исходного набора нечетких операций, служащих для составления агрегатора, во многом зависит от экспертной оценки приоритетности и сравнительной



значимости анализируемых признаков, так как выбор той или иной нечеткой операции при составлении агрегатора во многом определяется необходимостью подчеркнуть или преуменьшить влияние соответствующего признака на результат агрегирования [3].

Далее выполняется расчет числовых значений по всем классам (блок 6). На следующем этапе выполняется обучение нейронной сети для использования ее в качестве дефuzziфикатора нечеткой системы (блок 7).

Экспериментальные исследования показывают, что для корректной работы сети в качестве дефuzziфикатора при необходимости разделения данных на три класса достаточно наличие двух внутренних слоев с четырьмя нейронами в каждом из них

После завершения обучения выполняется классификация данных с использованием полученной гибридной системы (блок 8) и оценка качества работы системы (блок 9). При неудовлетворительном качестве прогнозирования выполняется подстройка отдельных элементов гибридной системы в зависимости от вида ошибок прогнозирования. Если качество классификации признано удовлетворительным, полученная структура гибридной системы сохраняется (блок 10).

Анализ результатов, полученных с использованием сгенерированных гибридных систем, говорит о том, что точность прогнозирования значительно выше, чем при применении только нейронных сетей или только нечеткой логики.

#### Список литературы

1. Осовский С. Нейронные сети для обработки информации: пер. с польского И.Д. Рудинского. – М.: Финансы и статистика, 2002. – С 15- 35.
2. Леоненков А. В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzy TECH. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – С 50- 90..
3. Макарук Р.В. Нечеткие модели и программный комплекс для анализа характеристик вычислительной сети. / Р.В. Макарук, В.Н. Гиляров // Научные ведомости Белгородского государственного университета № 22 (165) 2013, Выпуск 28/1. С.161-167.

## GENERATION OF STRUCTURE AND PARAMETERS OF EXPERT INFORMATION SYSTEMS

**V.V. SEREBROVSKY**  
**S.A. FILIST**  
**O.V. SHATALOVA**  
**A.A. CHEREPANOV**

*Southwest State University*

*e-mail:*  
*kafedra-ipm@mail.ru*  
*Cha84@mail.ru*

Describes the fundamental algorithm of generation of hybrid expert systems, including neural networks and fuzzy logic. Discusses issues as the generation structure of the expert system and determine the weights of elements of the information system.

Key words: fuzzy logic, neural networks, computer science, information systems, expert systems.