

Нейро-нечеткие технологии в системах поддержки принятия решений

Михайленко В.С., Харченко Р.Ю.

Одесская гос. академия холода, Одесская нац. морская академия, romannn30@gmail.com

The analysis of the device neuro - fuzzy adaptive systems in decision support systems DSS. The effectiveness of the proposed approach compared to traditional methods.

ВВЕДЕНИЕ

Известно, что основным достоинством систем с нечеткой логикой является их способность учитывать мнения и опыт экспертов-разработчиков систем поддержки принятия решений (СППР) [1]. Однако системы с нечеткой логикой не способны автоматически обучаться, вид и параметры функций принадлежности, методы нечеткого вывода выбираются субъективно экспертом-человеком, что может привести к получению неадекватного результата. Для устранения указанного недостатка был предложен аппарат нечетких нейронных сетей [2].

Нечеткая нейронная сеть (ННС) – это многослойная нейронная сеть, в которой слои выполняют функции элементов системы нечеткого вывода. Нейроны данной сети характеризуется набором параметров, настройка которых производится в процессе обучения, как у обычных нейронных сетей. Таким образом, данный гибридный математический аппарат способен учитывать знания экспертов и производить свое самообучение.

АНАЛИЗ ОБЪЕКТА ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектом исследования является трубопровод из стали марки 20с номинальным внутренним диаметром $D_{\text{вн}} = 378\text{мм}$ и номинальной толщиной стенки $h = 24\text{мм}$, действующий на участке питательного электронасоса (ПЭН) Смоленской АЭС [3]. Предельная толщина стенки трубы при которой необходимо проведение ремонтных работ $h_{\text{пр}} = 11,4\text{мм}$. На основе результатов замеров участков толщины трубы по годам и использования методов регрессионного анализа исследователи получили математические зависимости, отражающие процессы старения трубопровода в силу воздействий внешних и внутренних факторов. Анализ статистических данных показал, что толщина напорных трубопроводов ПЭН убывает во времени (т.е. у объектов исследования наблюдаются процессы ползучести, эрозии и коррозии), и изменение во времени толщины трубы на основе четырех лет эксплуатации описывается зависимостями (1).

$$\begin{aligned} h(t) &= 26,15\exp(-0,020t); \\ h(t) &= 26,15 - 0,513t. \end{aligned} \quad (1)$$

Следует отметить, что представленные уравнения являются строго математическими и не учитывают опыт специалистов по эксплуатации (экспертов диагностиков). Также используемый классический аппарат не способен учитывать нелинейные свойства объекта и выполнять корректировку данных, т.е. обучаться. В силу этого нами предлагается провести усовершенствование СППР прогноза ресурса трубопровода используя аппарат нейро – нечетких систем.

РАЗРАБОТКА АДАПТИВНОЙ СИСТЕМЫ НЕЙРО-НЕЧЕТКОГО ВЫВОДА (ANFIS)

Для разработки ANFIS в СППР прогноза остаточного ресурса используется программа MatLab (ANFIS) [2].

С учетом полученных данных из ф. (1) – (обучающая выборка для ННС) и мнений экспертов, был проведен этап фаззификации вх. переменной (рис. 1) с использованием трех функций принадлежности (низкий ресурс эксплуатации, средний и высокий).

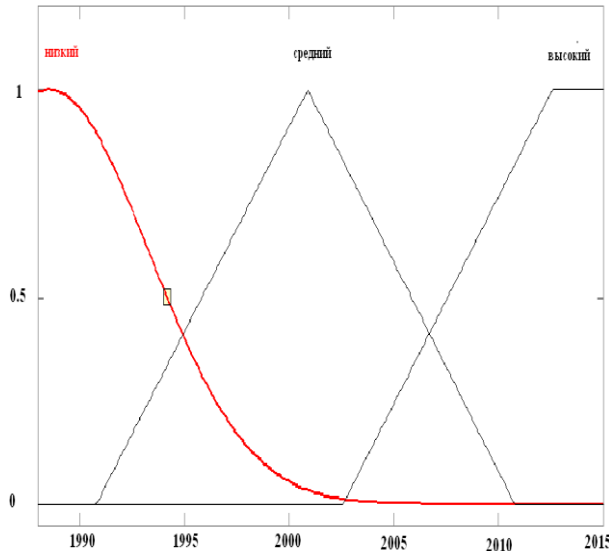


Рисунок 1 – Функции принадлежности входной переменной «ресурс трубопровода»

Встроенный в программный редактор алгоритм Сугено позволил выбрать следующие параметры гибридной сети:

- метод обучения (обратного распространения ошибки);
- уровень ошибки обучения - 0;
- количество циклов обучения - 50.

Структура проектируемой ННС представлена на рис. 2.

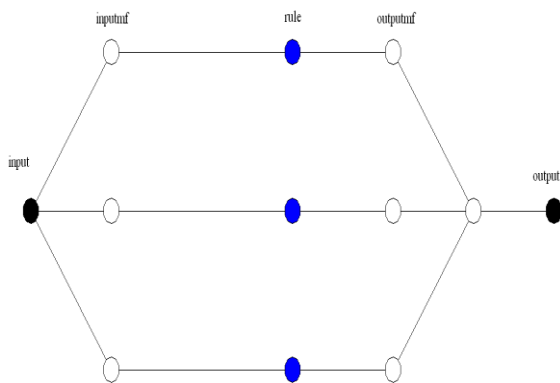


Рисунок 2 – Структура ННС

В результате настройки сети были получены прогнозные значения остаточного ресурса трубы (рис. 3). Степень истинности μ правила i определяются с помощью операции конъюнкции. Выход нейро-нечеткой системы рассчитывается методом центра тяжести [2].

Таким образом после настройки гибридной сети были получены прогнозные значения остаточного ресурса трубы совпадающие с обучающей выборкой (рис. 3)

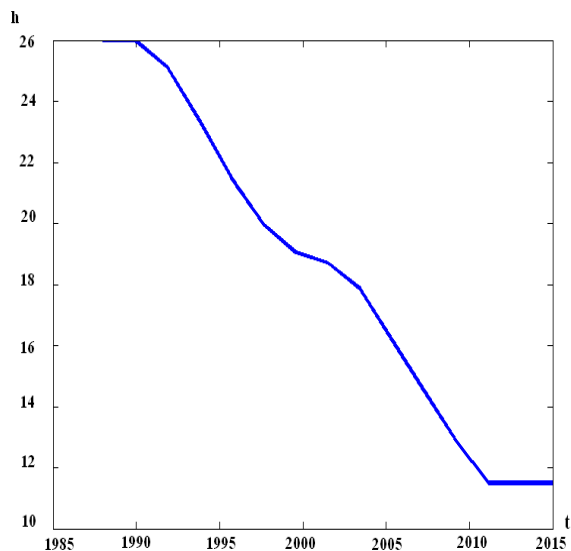


Рисунок 3 – Графическая зависимость изменения толщины трубопровода

ВЫВОДЫ

В результате использования интеллектуального аппарата теории нейро – нечетких систем была усовершенствована СППР оценки ресурса трубопровода ПЭН АЭС. Можно отметить, что применение данного подхода позволяет успешно проводить прогнозы развития различных социальных и технологических процессов с учетом мнения экспертов и нелинейных свойств исследуемых объектов.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Штовба С.Д. Проектирование нечетких систем средствами MatLab. – М.: Горячая линия, 2009 – 288 с.
 Леоненков А. Ю. Нечеткое моделирование в среде Matlab и fuzzyTech. - С. - Птб.: БХВ, 2003. — 720 с.
 Буртаев Ю.Ф., Острейковский В.А. Статистический анализ надежности объектов по ограниченной информации – М.: Энергоатомиздат, 1995 – 240 с.

