УДК 622.692.4

О. І. Ободянська

ОСОБЛИВОСТІ МОДЕЛЮВАННЯ ІЄРАРХІЧНО-ОРГАНІЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ НА ОСНОВІ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ ДЛЯ ОЦІНКИ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ СИСТЕМИ ГАЗОПОСТАЧАННЯ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Запропоновано комплексний інструмент по оцінюванню і прогнозуванню технічного стану системи газопостачання з використанням програмного забезпечення, яке дозволяє оперативно враховувати зміну технічного стану газопроводу при прийнятті організаційно-технічних рішень, що виникають при появі збуджуючих факторів в системі.

Ключові слова: система газопостачання, нечітка логіка, лінгвістичні змінні, оціночні терми, ієрархія, нечіткі моделі, функція належності.

Abstract

A comprehensive tool for evaluation and forecasting technical condition of gas using software that allows you to quickly consider changing the technical condition of the pipeline in making organizational and technical decisions, arising from the emergence of exciting factors in the system.

Keywords: gas supply system, fuzzy logic, linguistic variables, estimated timing, hierarchy, fuzzy model, membership function.

Процес інноваційного організаційно-технологічного забезпечення надійності споруд газорозподільних мереж потребує застосування комп'ютеризованих систем інтелектуальної підтримки прийняття рішень. Для аналізу та формування альтернативних рішень в системах підтримки прийняття рішень використовуються різні теоретичні підходи, зокрема, інтелектуальний аналіз даних, імітаційне та нечітке моделювання, генетичні алгоритми, нейронні мережі, теорія прийняття рішень, теорія нечітких множин та нечітка логіка і т.д. Використання нечіткої логіки в системах підтримки прийняття рішень набуло поширення, адже побудова моделей мислення людини і впровадження їх в інтерактивні комп'ютерні системи представляє сьогодні одну з важливих задач штучного інтелекту. Для цього розроблено новий математичний апарат, який переводить неоднозначні життєві твердження в мову чітких і формальних математичних формул [1].

Для моделювання багатовимірних нечітких залежностей "входи-вихід" доцільно використовувати ієрархічний підхід при побудові систем підтримки прийняття рішень на основі нечіткого логічного виведення. В таких системах вихідний сигнал однієї підсистеми подається на вхідний іншої з більш високим рівнем ієрархії. При великій кількості вхідних змінних виникає необхідність в їх ієрархічній структуризації за загальними (в рамках підсистеми) властивостями.

Створення системи підтримки прийняття управлінських рішень щодо технічного стану газорозподільних мереж вимагає наявності достовірної інформації про поточний стан інженерних мереж, ефективних механізмів її оброблення для забезпечення чіткої взаємодії різних підрозділів та служб газового господарства щодо підтримання її в робочому стані. Для прогнозування технічного стану мереж газопостачання доцільно використовувати сучасний метод математичного моделювання, що дозволить вести контроль за технічним станом газових мереж та технологічними процесами за рахунок формалізації експертних оцінок та статистичних даних. Таким чином, буде здійснено аналіз технологічних процесів, обладнання, параметрів та методів контролю, що дозволить знайти залежності між показниками перебігу цих процесів та виділити задачі, які найбільше впливають на ефективність роботи зовнішніх газорозподільних мереж [2]. Складність полягає в тому, що певна кількість факторів впливу на систему газопостачання в процесі оцінки її технічного стану не можуть бути виміряні кількісно, тобто не можуть бути отримані формалізовані оцінки, так як вони є якісними показниками.

Оцінка, наприклад, таких факторів впливу на технічний стан системи газопостачання як “порушення технології при приготуванні та нанесенні ізоляційного покриття” або “неякісна підготовка подушки під газопровід”, як правило, будується на суб’єктивній думці фахівця, досвіді його роботи і найчастіше виражаються такими висловлюваннями, як: “можливе”, “часткове”, “неможливе” тощо [3]. Ці вирази є елементами нечіткості. Інструментом для вираження певних нечітких факторів впливу є математичний апарат, що базується на теорії нечітких множин.

Розглянемо нечітку систему підтримки прийняття рішень. Вихідною змінною для такої системи є технічний стан системи газопостачання. Ця система має 18 вхідних сигналів, зокрема [2]: x_1 – помилки у гідравлічних розрахунках, s_1 – глибина прокладання, s_2 – використання захисних пристроїв, b_1 – герметичність труб, b_2 – міцність труб, y_1 – механічні пошкодження при транспортуванні та монтажу газопроводів, c_1 – тріщини любих розмірів і напрямків, c_2 – нещільність зварних стиків, c_3 – газові пори і зашлакованість зварного шва, d_1 – порушення технології при приготуванні та нанесенні ізоляційного покриття, d_2 – неякісна підготовка подушки під газопровід, y_4 – утворення монтажного напруження, n_1 – ступінь корозії металу, n_2 – корозійна активність ґрунту, n_3 – наявність анодних і знакозмінних зон, які викликані блукаючими струмами, z_2 – технічне зношення елементів газопроводу, z_3 – технічний рівень обслуговуючого персоналу, z_4 – планово-запобіжні огляди і ремонти газопроводів. Для лінгвістичних змінних, які є факторами впливу на технічний стан системи газопостачання, оціночні терми наведено в табл. 1 [4].

Таблиця 1 – Фактори впливу як лінгвістичні змінні

Позначення та назва змінної	Універсальна множина	Терми для оцінки
1	2	3
x_1 – помилки у гідравлічних розрахунках	(1…5) бали	грубі, вище середніх, середні, нижче середніх, відсутні
s_1 – глибина прокладання	0,8-1,2 м	низька, середня, висока
s_2 – використання захисних пристроїв	0...100 %	відсутні, частково відсутні, присутні
b_1 – герметичність труб	0,1-1,60 МПа	низька, середня, висока
b_2 – міцність труб	0,6-2,0 МПа	низька, середня, висока
y_1 – механічні пошкодження при транспортуванні та монтажу газопроводів	0...15 %	відсутні, частково відсутні, присутні
c_1 – тріщини любих розмірів і напрямків	0...30 %	відсутні, частково відсутні, присутні
c_2 – нещільність зварних стиків	0...30 %	відсутня, частково відсутня, присутня
c_3 – газові пори і зашлакованість зварного шва	0...30 %	відсутні, частково відсутні, присутні
d_1 – порушення технології при приготуванні та нанесенні ізоляційного покриття	(1...3) у. о.	можливе, часткове, неможливе
d_2 – неякісна підготовка подушки під газопровід	(1...3) у. о.	можливе, часткове, неможливе
y_4 – утворення монтажного напруження	90…250 МПа	мале, середнє, високе
n_1 – ступінь корозії металу	(1...3) у. о.	повна, часткова, відсутня
n_2 – корозійна активність ґрунту	10...100 Ом·м	відсутня, мала, повна

Продовження табл. 1

1	2	3
n_3 – наявність анодних і знакозмінних зон, які викликані блукаючими струмами	0...100 %	відсутні, частково відсутні, присутні
z_2 – технічне зношення елементів газопроводу	0...50 %	відсутнє, часткове, повне
z_3 – технічний рівень обслуговуючого персоналу	(1...3) у. о.	низький, середній, високий
z_4 – планово-запобіжні огляди і ремонти газопроводів	10...100 %	відсутні, частково відсутні, присутні

На рисунку представлено структуру ієрархічної нечіткої системи підтримки прийняття рішень, яка складається з 18 вхідних лінгвістичних змінних, 9 баз знань з нечіткими правилами та однієї вихідної лінгвістичної змінної

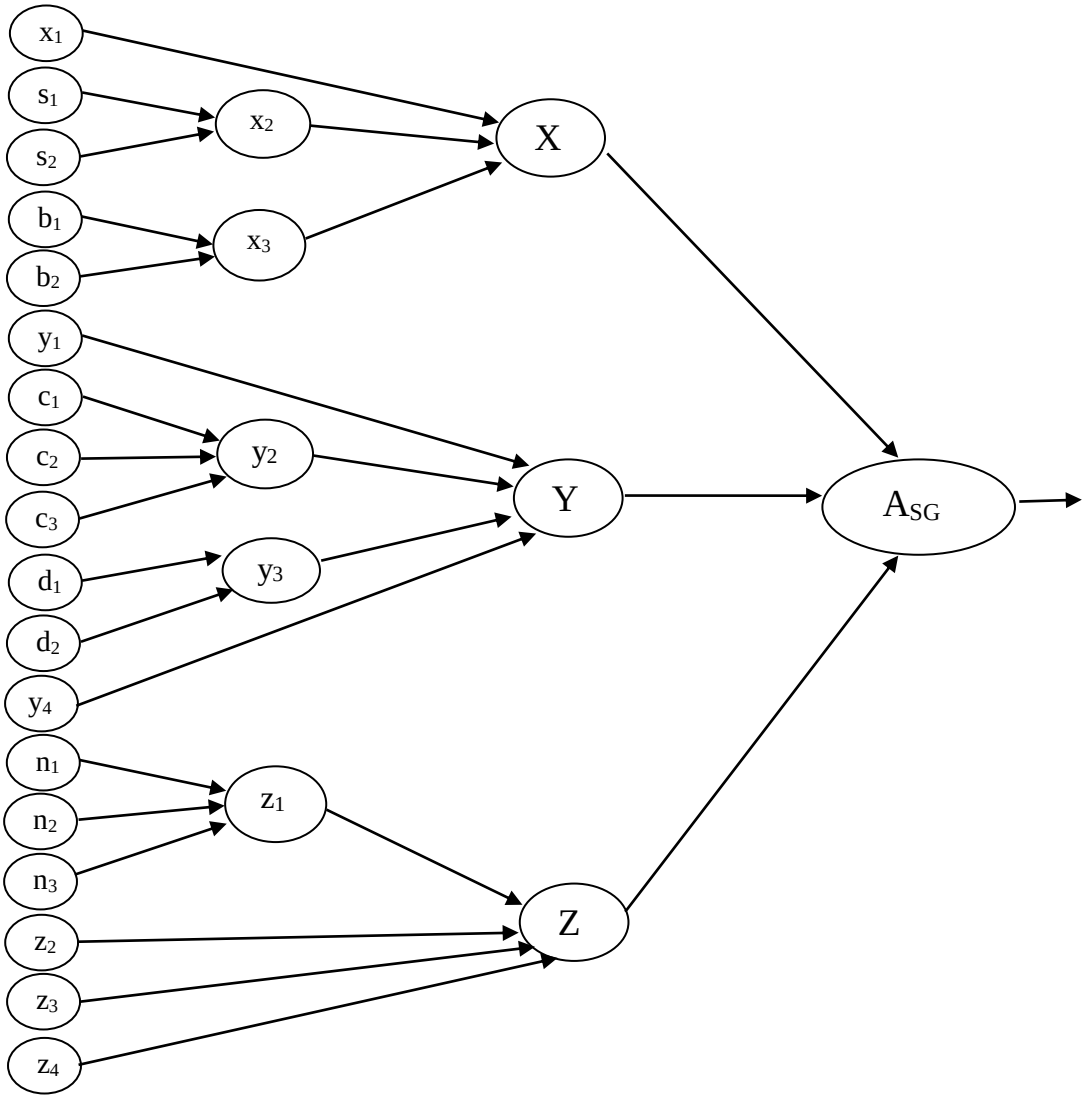

Рис. Структура ієрархічної системи підтримки прийняття рішень для оцінювання технічного стану системи газопостачання

В результаті структуризації вхідних даних у складі трирівневої системи підтримки прийняття рішень сформовано дев’ять нечітких підсистем, що реалізують наступні залежності [4]:

– для першого рівня ієрархії:

$$x_2 = f_{x_2}(s_1; s_2); \quad (1)$$

$$x_3 = f_{x_3}(b_1; b_2); \quad (2)$$

$$y_2 = f_{y_2}(c_1; c_2; c_3); \quad (3)$$

$$y_3 = f_{y_3}(d_1; d_2); \quad (4)$$

$$z_1 = f_{z_1}(n_1; n_2; n_3); \quad (5)$$

– для другого рівня ієрархії:

$$X = f_x(x_1; x_2; x_3); \quad (6)$$

$$Y = f_y(y_1; y_2; y_3; y_4); \quad (7)$$

$$Z = f_z(z_1; z_2; z_3; z_4), \quad (8)$$

де X – науково-технічний рівень проектних рішень;

Y – якість будівельно-монтажних робіт;

Z –технічні умови експлуатації системи;

– для третього рівня ієрархії:

$$A_{SG} = f(X; Y; Z), \quad (9)$$

де A_{SG} – прогнозований технічний стан системи газопостачання.

Модель нечіткої ієрархічної системи підтримки прийняття рішень для оцінки технічного стану системи газопостачання, синтезовано в середовищі програмування MatLab інструментами Fuzzy Logic Toolbox. Fuzzy Logic Toolbox – інтуїтивне графічне середовище для розроблення інтелектуальних систем. Пакет Fuzzy Logic володіє простим і добре продуманим інтерфейсом, що дозволяє легко проектувати і діагностувати нечіткі моделі.

Розробка комплексного інструменту по оцінюванню і прогнозуванню технічного стану системи газопостачання можливе з використанням програмного забезпечення, яке дозволяє оперативно враховувати зміну технічного стану газопроводу при прийнятті організаційно-технічних рішень, що виникають при появі збуджуючих факторів в системі. Використання ієрархічного підходу до побудови системи підтримки прийняття рішень із застосуванням теорії нечітких множин та нечіткої логіки дозволяє суттєво зменшити об'єм нечітких баз правил, тим самим підвищити чутливість системи до впливу вхідних факторів. Включення системи підтримки прийняття рішень в режим роботи експерта з оцінки технічного стану системи газопостачання, дозволить спостерігати за важливими параметрами роботи системи та своєчасно їх змінювати з урахуванням рекомендацій баз знань, що підвищить ефективність технології цього процесу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ротштейн А.П. / Нечеткая надежность алгоритмических процессов / А. Ротштейн, С. Штовба. – Винница: Континент – ПРИМ, 1997. – 142с.

2. Ратушняк Г.С. Управління змістом проектів із забезпечення надійності зовнішніх газорозподільних мереж: монографія / Г. С. Ратушняк, О. І. Ободянська. – Вінниця, 2014. – 128 с. – ISBN 978-966-641-582-3.

3. Ратушняк Г.С. / Модель багатофакторної оцінки технічного стану системи газопостачання / Г. С. Ратушняк, О.І. Ободянська // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. – 2010. – №1. – с. 125-131.

4. Ратушняк Г.С. / Моделювання надійності систем газопостачання на основі лінгвістичної інформації / Г. С. Ратушняк, О.І. Ободянська // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. – 2009. – №6. – с. 97-103.

Ободянська Ольга Ігорівна – асистент кафедри Теплогазопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: olha.obodyanska@i.ua

Olha I. Obodianska – assistant of department of heat and gas supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: olha.obodyanska@i.ua