

## МОДЕЛЮВАННЯ ОЦІНЮВАННЯ НАДІЙНОСТІ ТЕПЛОВИХ МЕРЕЖ ЗАЛЕЖНО ВІД ТЕРМІНУ ЇХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

**Свідеревич Марина**, аспірантка кафедри інженерних систем у будівництві,

**Ратушняк Георгій**, канд. техн. наук, професор кафедри інженерних систем у будівництві,

Вінницький національний технічний університет, Україна

Лінгвістична змінна, що описує термін експлуатації теплових мереж, може бути представлена виразом

$$X_1 = f_{x_1}(x_{11}, x_{12}, x_{13}, x_{14}, x_{15}, x_{16}, x_{17}), \quad (1)$$

де  $x_{11}$  –ЛЗ «0-5 років»;  $x_{12}$  –ЛЗ «6-10 років»;  $x_{13}$  –ЛЗ «11-15 років»;  $x_{14}$  –ЛЗ «16-20 років»;  $x_{15}$  –ЛЗ «21-25 років»;  $x_{16}$  –ЛЗ «26-30 років»;  $x_{17}$  –ЛЗ «більше 30 років».

Згідно з [1-2] оцінювання рівнів лінгвістичних змінних, що зв'язує надійність теплових мереж ( $Y_{TM}$ ), з терміном експлуатації теплових мереж ( $X_1$ ) виконується з використанням системи терм-множин:  $T(X_1) = \langle \text{низький, нижче середнього, середній, вище середнього, високий} \rangle$ ;  $T(x_{11}) = \langle \text{присутні, частково присутні, відсутні} \rangle$ ;  $T(x_{12}) = \langle \text{присутні, частково присутні, відсутні} \rangle$ ;  $T(x_{13}) = \langle \text{присутні, частково присутні, відсутні} \rangle$ ;  $T(x_{14}) = \langle \text{присутні, частково присутні, відсутні} \rangle$ ;  $T(x_{15}) = \langle \text{присутні, частково присутні, відсутні} \rangle$ ;  $T(x_{16}) = \langle \text{присутні, частково присутні, відсутні} \rangle$ ;  $T(x_{17}) = \langle \text{присутні, частково присутні, відсутні} \rangle$ .

Нечітка матриця знань з урахуванням введених якісних терм для моделювання залежності (1) наведена в табл. 1.

Таблиця 1 – Матриця знань для залежності (1)

ЯКЩО							ТО
Наявні трубопроводи прокладені більше, ніж							Термін експлуатації теплових мереж ( $X_1$ )
0-5 років ( $x_{11}$ )	6-10 років ( $x_{12}$ )	11-15 років ( $x_{13}$ )	16-20 років ( $x_{14}$ )	21-25 років ( $x_{15}$ )	26-30 років ( $x_{16}$ )	більше 30 років ( $x_{17}$ )	
1	2	3	4	5	6	7	8
Відсутні (Вд)	Відсутні (Вд)	Відсутні (Вд)	Відсутні (Вд)	Частково присутні (чПр)	Частково присутні (чПр)	Частково присутні (чПр)	Низький (Н)
Відсутні (Вд)	Відсутні (Вд)	Відсутні (Вд)	Відсутні (Вд)	Присутні (Пр)	Присутні (Пр)	Присутні (Пр)	
Відсутні (Вд)	Відсутні (Вд)	Присутні (Пр)	Присутні (Пр)	Частково присутні (чПр)	Частково присутні (чПр)	Частково присутні (чПр)	Нижче середнього (нС)

Продовження табл.1

1	2	3	4	5	6	7	8
Відсутні (Вд)	Відсутні (Вд)	Частково присутні (чПр)	Частково присутні (чПр)	Присутні (Пр)	Присутні (Пр)	Частково присутні (чПр)	
Частково присутні (чПр)	Частково присутні (чПр)	Присутні (Пр)	Присутні (Пр)	Частково присутні (чПр)	Відсутні (Вд)	Відсутні (Вд)	Середня (С)
Частково присутні (чПр)	Присутні (Пр)	Присутні (Пр)	Присутні (Пр)	Відсутні (Вд)	Відсутні (Вд)	Відсутні (Вд)	
Присутні (Пр)	Присутні (Пр)	Частково присутні (чПр)	Відсутні (Вд)	Відсутні (Вд)	Відсутні (Вд)	Відсутні (Вд)	Вище середнього (вС)
Присутні (Пр)	Частково присутні (чПр)	Відсутні (Вд)	Відсутні (Вд)	Відсутні (Вд)	Відсутні (Вд)	Відсутні (Вд)	
Присутні (Пр)	Частково присутні (чПр)	Відсутні (Вд)	Відсутні (Вд)	Відсутні (Вд)	Відсутні (Вд)	Відсутні (Вд)	Висока (В)
Присутні (Пр)	Відсутні (Вд)	Відсутні (Вд)	Відсутні (Вд)	Відсутні (Вд)	Відсутні (Вд)	Відсутні (Вд)	

Лінгвістичним висловлюванням, що наведені в табл. 1 відповідає система нечітких логічних рівнянь, які характеризують поверхню належності змінних по відповідному терму:

$$\mu_H(X_1) = \mu_{Вд}(x_{11}) \wedge \mu_{Вд}(x_{12}) \wedge \mu_{Вд}(x_{13}) \wedge \mu_{Вд}(x_{14}) \wedge \mu_{чПр}(x_{15}) \wedge \mu_{чПр}(x_{16}) \wedge \mu_{Пр}(x_{17}) \vee \mu_{Вд}(x_{11}) \wedge \mu_{Вд}(x_{12}) \wedge \mu_{Вд}(x_{13}) \wedge \mu_{Вд}(x_{14}) \wedge \mu_{Пр}(x_{15}) \wedge \mu_{Пр}(x_{16}) \wedge \mu_{Пр}(x_{17}); (2)$$

Таким чином розробляються відповідні системи нечітких логічних рівнянь для кожної змінної. Отримана модель нечіткого логічного висновку дозволяє виконати оцінку надійності теплових мереж на етапі їх експлуатації та керуючись експертними та експериментальними даними забезпечує можливість прогнозування ступеня зношення трубопроводів з наступною їх заміною.

### Список використаної літератури

1. Ратушняк Г.С. Управління проектами енергозбереження шляхом термореновації будівель: навч. посібник. / Г.С. Ратушняк, О.Г. Ратушняк. – Вінниця: ВНТУ, 2006. – 106с.

2. Митюшкин Ю.И. Soft Computing: идентификация закономерностей нечеткими базами знаний // Митюшкин Ю.И., Мокин Б.И., Ротштейн А.П. – Вінниця: УНІВЕРСУМ–Вінниця, 2002. - 145 с.