

Розглянуто та проаналізовано фактори, що впливають на вибір структури системи МПЦ на станції. Встановлено граничні умови факторів. Обґрунтовано доцільність використання теорії нечітких множин для побудови моделі

Ключові слова: експертна модель, фактори вибору структури

Рассмотрены и проанализированы факторы, которые влияют на выбор структуры системы МПЦ на станции. Определены граничные условия факторов. Обоснована целесообразность использования теории нечётких множеств для построения модели

Ключевые слова: экспертная модель, факторы выбора структуры

The factors were considered and analyzed, which influence to the choice of the microprocessor centralization structure in the station. The boundary conditions of factors were determined. The usefulness of the use of fuzzy set theory to construct the model was grounded

Keywords: expert model, factors of the structure choice

МОДЕЛЬ ВИБОРУ РАЦІОНАЛЬНОЇ СТРУКТУРИ КЕРУВАННЯ СИСТЕМИ МІКРОПРОЦЕСОРНОЇ ЦЕНТРАЛІЗАЦІЇ НА ПРОМІЖНІЙ СТАНЦІЇ

А.Б. Бойнік

Доктор технічних наук, професор*

Контактний тел.: (057) 730-10-32

А.А. Меліхов

Старший викладач*

*Кафедра «Автоматика та комп'ютерне телекерування рухом поїздів»

Українська державна академія залізничного транспорту
пл. Фейєрбаха, 7, м. Харків, 61060

Вступ

Розробники систем мікропроцесорної централізації (МПЦ) на передових залізницях світу, при виборі структури, користуються накопиченим досвідом, показниками надійності та функціональної безпечності, а також факторами, що пов'язані з експлуатаційними характеристиками станції та процесами перевезень.

Зазвичай вибір ґрунтується на накопиченому досвіді фахівців компанії розробника МПЦ та залежить від ряду суб'єктивних факторів.

Прихильність до типових рішень систем часто обумовлює недостатню ефективність функціонування або необґрунтоване підвищення вартості систем МПЦ. Розробка моделі вибору раціональної структури керування системи мікропроцесорної централізації на станції, обґрунтування її значущості, а також впливу на надійність, безпечність та відмовостійкість системи є актуальною науковою задачею, що стає при впровадженні мікропроцесорної техніки на залізничних станціях України.

Мета

Виконати розробку моделі вибору раціональної структури керування системи мікропроцесорної централізації на проміжній станції. При цьому доцільно використання математичної теорії нечітких множин.

Постановка проблеми

На сучасному етапі розвитку систем МПЦ актуальними задачами є: визначення критеріїв, що впливають на раціональність структури відповідно до умов її функціонування та розробка моделі вибору раціональної структури керування системи мікропроцесорної централізації на станції.

Для вирішення задачі визначення факторів впливу на вибір структури системи МПЦ було застосовано досвід експертів-розробників та експертів-проектувальників в галузі автоматки та автоматизації на залізничному транспорті - систем МПЦ.

Для вирішення задачі розробки моделі вибору раціональної структури керування системи мікропроцесорної централізації на станції постає необхідність використання математичної теорії нечітких множин.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Критичний аналіз останніх досліджень, а також досвід експлуатації станційних систем мікропроцесорної централізації на залізничному транспорті та промислових підприємствах за кордоном та в Україні свідчать, що від факторів, які пов'язані з експлуатаційними характеристиками станції та процесами перевезень залежить вибір структури системи МПЦ, а також ефективність експлуатації, надійність та функціональна безпечність [1–4]. Однак, задача

формалізації та визначення величини взаємозв'язків факторів до теперішнього часу не вирішувалася.

Основний матеріал

Використаємо математичний апарат теорії нечітких множин для побудови моделі впливу експлуатаційних характеристик на вибір структури системи МПЦ та розглянемо приклад реалізації моделі для умов проміжних станцій.

Фазифікація вхідних змінних

З метою аналітичної апроксимації функцій належностей нечітких змінних використаємо L-R функції. Тоді функція належності буде записана за допомогою виразу [5, 6]

$$\mu_F(\varphi) = \begin{cases} D\left(\frac{\Delta \Leftrightarrow \varphi}{b}\right) & \text{при } x \leq \Delta, \\ R\left(\frac{\varphi \Leftrightarrow \Delta}{b}\right) & \text{при } x > \Delta, \end{cases} \quad (1)$$

де $\mu_F(\varphi)$ – функція належності величини φ до характеристики F;

Δ – значення змінної φ , якій відповідає $\mu_F(\varphi)=1$;

D, R – функції залежності;

b – найбільше значення змінної φ , якій відповідає $\mu_F(\varphi)=0$, за умови $\varphi \leq \Delta$;

\bar{b} – найменше значення змінної φ , якій відповідає $\mu_F(\varphi)=0$, за умови $\varphi > \Delta$.

При фазифікації змінних та написанні правил використано ряд загальноприйнятих позначень [5]:

NB – велике відхилення в сторону зменшення величини;

Z – середнє значення величини;

PB – велике відхилення в сторону збільшення величини;

Отже, нечітке число (його функція належності) може бути задане за допомогою трьох змінних $\mu_F(\varphi) = (\Delta, 2, 1)$. При вибраній змінній «тип пасажирської станції», функція належності до поняття «комбінований тип пасажирської станції» (позначимо функцію як « $K_{типZ}^{nc}$ ») може бути описана при визначених $\Delta, 2, 1$. Проведений аналіз дає можливість призначити такому поняттю значення коефіцієнта $\Delta = 0.5$.

Визначимо величини $2 = 0.1, 1 = 0.9$, тоді, використовуючи вираз (1) запишемо:

$$\mu_{K_{типZ}^{nc}}(K_{тип}) = \begin{cases} D\left(\frac{0.5 \Leftrightarrow K_{тип}}{0.1}\right) & \text{при } K_{тип} \leq 0.5, \\ R\left(\frac{K_{тип} \Leftrightarrow 0.5}{0.9}\right) & \text{при } K_{тип} > 0.5, \end{cases} \quad (2)$$

де $\mu_{K_{типZ}^{nc}}(K_{тип})$ – функція належності рівня коефіцієнта типу пасажирських станцій $K_{тип}^{nc}$ до поняття

«коефіцієнт комбінованого типу пасажирської станції» ($K_{тип}^{nc}$).

Функція належності побудована за виразом (2) матиме вигляд (рис. 1) і може бути записана як $\mu_{K_{типZ}^{nc}}(K_{тип}) = (0.1, 0.5, 0.9) \cdot \mu_{K_{тип}^{nc}}$.

Прийнявши область визначення величини «коефіцієнт комбінованого типу пасажирської станції» в діапазоні значень [0.1 – 0.9], аналогічно описаній дії, можемо задати функції належності «наскрізний тип пасажирської станції» ($\mu_{K_{типPB}^{nc}}(K_{тип})$), а також «тупиковий тип пасажирської станції» ($\mu_{K_{типNB}^{nc}}(K_{тип})$).

$$\mu_{K_{типPB}^{nc}}(K_{тип}) = [0.6 \ 1];$$

$$\mu_{K_{типZ}^{nc}}(K_{тип}) = [0.1 \ 0.5 \ 0.9];$$

$$\mu_{K_{типNB}^{nc}}(K_{тип}) = [0 \ 0.4].$$

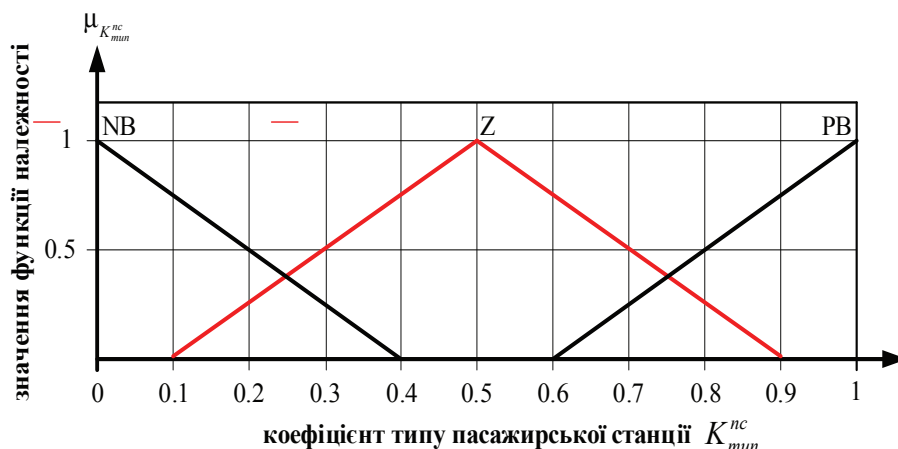


Рис. 1. Функції належності змінної «коефіцієнт типу пасажирської станції» $K_{тип}^{nc}$

Комплекс функцій належності на вибраній межі визначення змінної $K_{тип}^{nc}$, представлено графічно (див. рис. 1).

Аналогічно проведемо фазифікацію визначення величин «коефіцієнту розташування приймально-відправних колій» ($K_{пвк}$), «коефіцієнту загальної довжини жил кабелю» ($K_{заг}^{жк}$), «розміри руху поїздів» ($\sum_{j=1}^n N_{ij}^p$), «розрахункова річна приведена вантажонапруженість» ($\Gamma_{пр}$).

При вибраній змінній «розташування приймально-відправних колій», функція належності до поняття «коефіцієнту напівподовжного розташування приймально-відправних колій» (позначимо функцію як « $K_{пвк,Z}$ ») може бути описана при визначених $\Delta, 2, 1$ (1).

Функція належності побудована за виразом (1) матиме вигляд (рис. 2) і може бути записана як $\mu_{K_{пвк,Z}}(K_{пвк}) = (0.1, 0.5, 0.9)$.

Прийнявши область визначення величини «коефіцієнту напівподовжного розташування приймально-відправних колій» $K_{пвк,Z}$ в діапазоні значень [0.1 – 0.9], аналогічно описаній дії, можемо задати функції належності «подовжнє розташування приймально-від-

правних колій» ($\mu_{K_{пвк.пв}}(K_{пвк.})$), а також «поперечне розташування приймально-відправних колій» ($\mu_{K_{пвк.нв}}(K_{пвк.})$).

$$\mu_{K_{пвк.пв}}(K_{пвк.}) = [0.6 \ 1];$$

$$\mu_{K_{пвк.з}}(K_{пвк.}) = [0.1 \ 0.5 \ 0.9];$$

$$\mu_{K_{пвк.нв}}(K_{пвк.}) = [0 \ 0.4].$$

Комплекс функцій належності, що побудовані за виразом (1), на вибраній межі визначення змінної $K_{пвк.}$, представлено графічно (див. рис. 2).

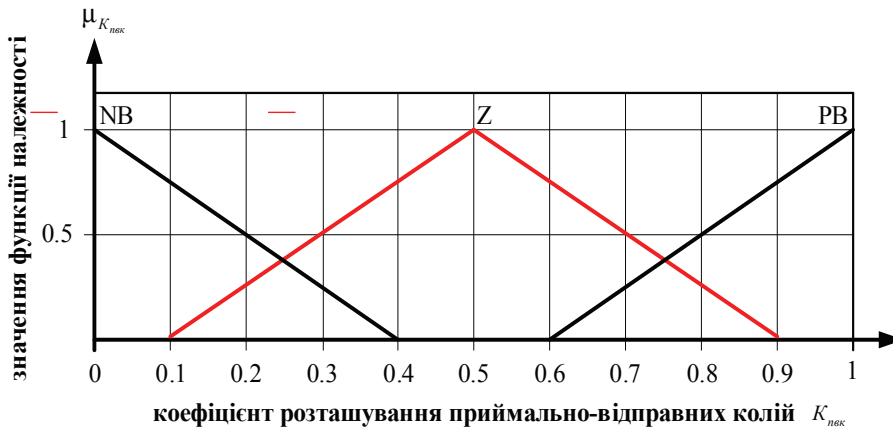


Рис. 2. Функції належності змінної «коefficient розташування приймально-відправних колій» $K_{пвк.}$

Границі визначення величини «коefficientу загальної довжини жил кабелю» $K_{заг}^{жк}$, за даними аналізу складає $K_{заг}^{жк} \in [0;1]$. Функція належності до поняття «коefficientу загальної довжини жил кабелю» для централізованої (децентралізованої) структури системи МПЦ (позначимо функцію як « $K_{заг.з}^{жк}$ ») може бути описана при визначених Δ, ν, δ (1).

Функція належності побудована за виразом (1) матиме вигляд (рис. 3) і може бути записана як $\mu_{K_{заг.з}^{жк}}(K_{заг}^{жк}) = (0.1, 0.5, 0.9)$.

Прийнявши область визначення величини «коefficientу загальної довжини жил кабелю» для централізованої (децентралізованої) структури $K_{заг.з}^{жк}$ в діапазоні значень $[0.1 - 0.9]$, аналогічно описаній дії, можемо задати функції належності «коefficientу загальної довжини жил кабелю» для децентралізованої структури ($\mu_{K_{заг.пв}^{жк}}(K_{заг}^{жк})$), а також «коefficientу загальної довжини жил кабелю» для централізованої ($\mu_{K_{заг.нв}^{жк}}(K_{заг}^{жк})$).

$$\mu_{K_{заг.пв}^{жк}}(K_{заг}^{жк}) = [0.6 \ 1];$$

$$\mu_{K_{заг.з}^{жк}}(K_{заг}^{жк}) = [0.1 \ 0.5 \ 0.9];$$

$$\mu_{K_{заг.нв}^{жк}}(K_{заг}^{жк}) = [0 \ 0.4].$$

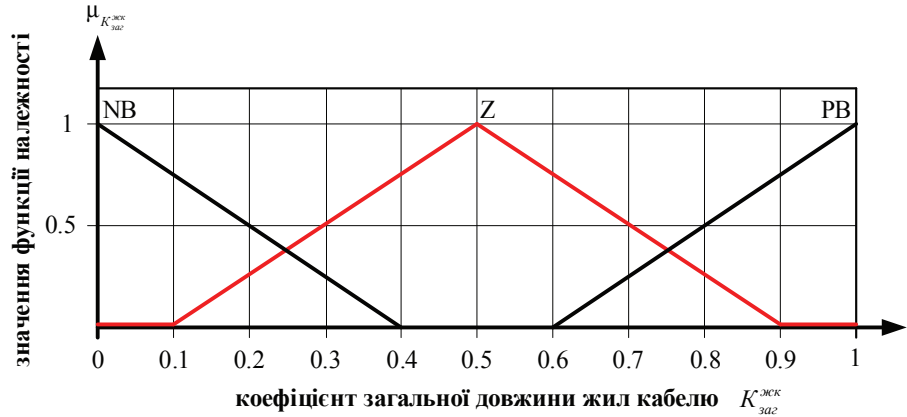


Рис. 3. Функції належності змінної «коefficientу загальної довжини жил кабелю» $K_{заг}^{жк}$

Комплекс функцій належності, що побудовані за виразом (1), на вибраній межі визначення змінної $K_{заг}^{жк}$, представлено графічно (див. рис. 3).

Границі визначення величини «розміри руху поїздів» $\sum_{j=1}^n N_{ij}^p$, за даними аналізу складає $\sum_{j=1}^n N_{ij}^p \in [5;103]$, проте реальне значення може відрізнятися від середнього по залізниці, тож визначимо функції належності в діапазоні визначення - (2 - 112) пар приведених поїздів на добу, таким чином:

$$\mu_{\sum_{j=1}^n N_{ij}^p_{пв}} \left(\sum_{j=1}^n N_{ij}^p \right) = [43 \ 60 \ 112];$$

$$\mu_{\sum_{j=1}^n N_{ij}^p_z} \left(\sum_{j=1}^n N_{ij}^p \right) = [25 \ 43 \ 60];$$

$$\mu_{\sum_{j=1}^n N_{ij}^p_{нв}} \left(\sum_{j=1}^n N_{ij}^p \right) = [2 \ 25 \ 43].$$

Комплекс функцій належності на вибраній межі визначення змінної $\sum_{j=1}^n N_{ij}^p$, представлено графічно (рис. 4).

Границі визначення величини «розрахункова річна приведена вантажна напруженість» $\Gamma_{пр}$, за даними аналізу складає $\Gamma_{пр} \in [5;68]$, проте реальне значення може відрізнятися від середнього по залізниці, тож визначимо функції належності в діапазоні визначення - (1 - 70) млн. ткм/км, таким чином:

$$\mu_{\Gamma_{пр.пв}}(\Gamma_{пр}) = [20 \ 30 \ 74];$$

$$\mu_{\Gamma_{пр.з}}(\Gamma_{пр}) = [10 \ 20 \ 30];$$

$$\mu_{\Gamma_{пр.нв}}(\Gamma_{пр}) = [1 \ 10 \ 20].$$

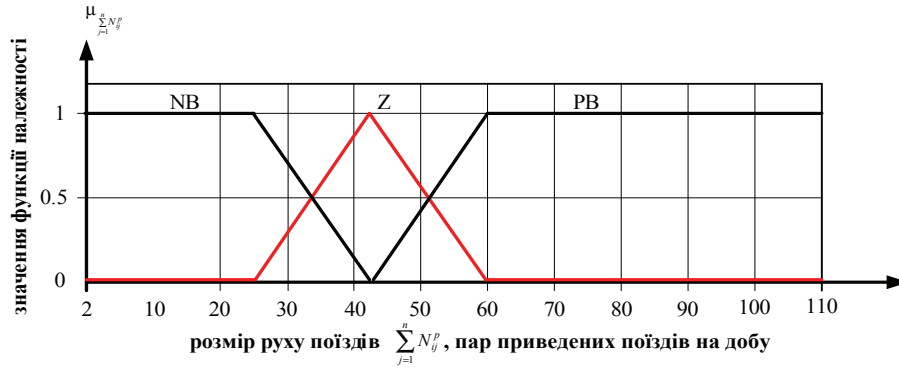


Рис. 4. Функції належності змінної «розміри руху поїздів» $\sum_{j=1}^n N_{ij}^p$

Комплекс функцій належності на вибраній межі визначення змінної Γ_{np} , представлено графічно (рис. 5).

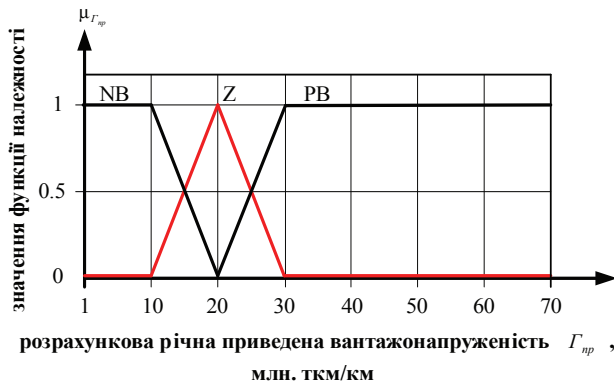


Рис. 5. Функції належності змінної «розрахункова річна приведена вантажна напруженість» Γ_{np}

Розробимо базу правил для системи формування нечіткого висновку. Правила формуються на основі логічних співвідношень між змінними з врахуванням допущення про незалежність дії кожного з факторів [7].

Правила, що сформульовані, зручно відобразити в вигляді таблиці (табл. 1).

Використано метод Мамдані в якості схеми формування нечіткого висновку. При цьому використовується метод міні-активності.

Для акумуляції висновків правил – використано метод тах-диз'юнкції. Правила формуються на основі логічних співвідношень між змінними з врахуванням допущення про незалежність дії кожного з факторів на вибір кількості рівнів ієрархії в структурі управління системи МПЦ на станції.

Формування правил нечіткого висновку

Характеристика значень експлуатаційних факторів				Характеристика значень типу структури системи МПЦ
Тип пасажирських станцій	Розташування приміально-відправних колій	Загальна довжина жил кабелю	Розміри руху вантажних, пасажирських і приміських поїздів	
NB				NB
Z				Z
PB				PB
	NB			NB
	Z			Z
	PB			PB
		NB		NB
		Z		Z
		PB		PB
			NB	NB
			Z	Z
			PB	PB
				NB
				Z
				PB

Використовуючи порядок формалізації виразів формування нечіткого висновку [6] запишемо вирази моделей впливу експлуатаційних факторів на вибір структури системи МПЦ

$$\begin{aligned}
 \mu(s) = & \left[\left(\mu_{K_{типPB}}^{nc} (K_{тип}^{nc}) \wedge \mu_{S_{PB}}(S) \right) \cdot f_{K_{тип}^{nc}} \right] \vee \left[\left(\mu_{K_{типZ}}^{nc} (K_{тип}^{nc}) \wedge \mu_{S_Z}(S) \right) \cdot f_{K_{тип}^{nc}} \right] \vee \\
 & \left[\left(\mu_{K_{типNB}}^{nc} (K_{тип}^{nc}) \wedge \mu_{S_{NB}}(S) \right) \cdot f_{K_{тип}^{nc}} \right] \vee \left[\left(\mu_{K_{пвкPB}} (K_{пвк}) \wedge \mu_{S_{PB}}(S) \right) \cdot f_{K_{пвк}} \right] \vee \left[\left(\mu_{K_{пвкZ}} (K_{пвк}) \wedge \mu_{S_Z}(S) \right) \cdot f_{K_{пвк}} \right] \vee \\
 & \left[\left(\mu_{K_{пвкNB}} (K_{пвк}) \wedge \mu_{S_{NB}}(S) \right) \cdot f_{K_{пвк}} \right] \vee \left[\left(\mu_{K_{зарPB}}^{жк} (K_{зар}^{жк}) \wedge \mu_{S_{PB}}(S) \right) \cdot f_{K_{зар}^{жк}} \right] \vee \left[\left(\mu_{K_{зарZ}}^{жк} (K_{зар}^{жк}) \wedge \mu_{S_Z}(S) \right) \cdot f_{K_{зар}^{жк}} \right] \vee \\
 & \left[\left(\mu_{K_{зарNB}}^{жк} (K_{зар}^{жк}) \wedge \mu_{S_{NB}}(S) \right) \cdot f_{K_{зар}^{жк}} \right] \vee \left[\left(\mu_{\sum_{j=1}^n N_{ij}^p} \left(\sum_{j=1}^n N_{ij}^p \right) \wedge \mu_{S_{PB}}(S) \right) \cdot f_{\sum_{j=1}^n N_{ij}^p} \right] \vee \\
 & \left[\left(\mu_{\sum_{j=1}^n N_{ij}^p} \left(\sum_{j=1}^n N_{ij}^p \right) \wedge \mu_{S_Z}(S) \right) \cdot f_{\sum_{j=1}^n N_{ij}^p} \right] \vee \left[\left(\mu_{\sum_{j=1}^n N_{ij}^p} \left(\sum_{j=1}^n N_{ij}^p \right) \wedge \mu_{S_{NB}}(S) \right) \cdot f_{\sum_{j=1}^n N_{ij}^p} \right] \vee \\
 & \left[\left(\mu_{\Gamma_{npPB}} (\Gamma_{np}) \wedge \mu_{S_{PB}}(S) \right) \cdot f_{\Gamma_{np}} \right] \vee \left[\left(\mu_{\Gamma_{npZ}} (\Gamma_{np}) \wedge \mu_{S_Z}(S) \right) \cdot f_{\Gamma_{np}} \right] \vee \left[\left(\mu_{\Gamma_{npNB}} (\Gamma_{np}) \wedge \mu_{S_N}(S) \right) \cdot f_{\Gamma_{np}} \right] \quad (3)
 \end{aligned}$$

де $f_{K_{тип}^{nc}}$, $f_{K_{пвк}}$, $f_{K_{зар}^{жк}}$, $f_{\sum_{j=1}^n N_{ij}^p}$, $f_{\Gamma_{пр}}$ – коефіцієнти істинності правил $f \in [0,1]$, (розраховано за допомогою методу експертних оцінок).

Як видно з функцій належності (див. рис. 1 – 5), граничні умови змінних моделі $K_{тип}^{nc} \in [0, 1]$, $K_{пвк} \in [0, 1]$, $K_{зар}^{жк} \in [0, 1]$, $\sum_{j=1}^n N_{ij}^p \in [2, 112]$ (пар приведених поїздів на добу), $\Gamma_{пр} \in [1, 74]$ (млн. ткм/км), $S \in [0, 1]$.

Визначаємо стартові умови функціонування моделі – $K_{тип}^{nc} = 0$, $K_{пвк} = 0$, $K_{зар}^{жк} = 0$, $\sum_{j=1}^n N_{ij}^p = 2$ (пар приведених поїздів на добу), $\Gamma_{пр} = 1$ (млн. ткм/км), $S = 0$.

Представлена модель (3) дозволяє основі логічних співвідношень між змінними відобразити взаємний вплив основних експлуатаційних факторів на вибір структури системи МПЦ.

При дефазифікації вихідної змінної використовуємо метод центру тяжіння (центру площини), при цьому використовується формула [5, 6]:

$$G = \frac{\int_{Min}^{Max} g \cdot \mu(g) dg}{\int_{Min}^{Max} \mu(g) dg}, \quad (4)$$

де G – результат дефазифікації (величина належності до висновку про розташування апаратури);

Min , Max – крайні точки інтервалу носія нечіткої множини вихідної змінної;

g – змінна, що відповідає вихідній лінгвістичній змінній;

$\mu(g)$ – функція належності нечіткої множини, що відповідає вихідній змінній після виконання етапу акумуляції.

В цілому вираз (3), за умови дефазифікації величини виразом (4), представляє результати використання моделі та дозволяє отримати значення очікуваної структури системи МПЦ яка приходить на опорні величини: тип пасажирської станції, розташування приймально-відправних колій та загальна довжина жил кабелю.

Висновки

Рішення задачі вибору раціональної структури МПЦ для станції є актуальною задачею, що вимагає врахування багатьох факторів та використання досвіду фахівців галузі.

1. Проведена робота по дослідженню факторів впливу на раціональність структури системи МПЦ на станції з використанням методу експертних оцінок

з послідуною обробкою результатів за допомогою математичного апарату статистики дало змогу визначити, що доцільно виділити сім найбільш значущих факторів.

2. В рамках дослідження отримано вагові коефіцієнти визначених факторів, що дає змогу використовувати їх значення при побудові експертної моделі. Отримані значення вагових коефіцієнтів склали: тип пасажирських станцій (0,2175), розташування приймально-відправних колій (0,2013), загальна довжина жил кабелю (0,1843), розміри руху вантажних, пасажирських і приміських поїздів (0,1786), розрахункова річна приведена вантажонапруженість (0,0925), кількість централізованих стрілок на станції (0,0714), використання безпечних структур керування (0,0544).

3. Не явність зв'язків та багатофакторність задачі формалізації вибору раціональної структури МПЦ обумовлює висновок про доцільність використання математичної теорії нечітких множин. Саме цей математичний апарат найбільш ефективно описує взаємозв'язок факторів при неповній та не чіткій інформації, що є найбільш поширеною задачею при проектуванні нової системи на станції.

4. Побудовано комплекс функцій належності змінних: «коефіцієнт типу пасажирської станції» $K_{тип}^{nc}$, «коефіцієнт розташування приймально-відправних колій» $K_{пвк}$, «коефіцієнту загальної довжини жил кабелю» $K_{зар}^{жк}$, «розміри руху поїздів» $\sum_{j=1}^n N_{ij}^p$, «розрахункова річна приведена вантажонапруженість» $\Gamma_{пр}$. З метою аналітичної апроксимації функцій належностей нечітких змінних використано L-R функції.

5. Розроблено базу правил для системи формування нечіткого висновку. Правила формуються на основі логічних співвідношень між змінними з врахуванням допущення про незалежність дії кожного з факторів.

6. Розроблена експертна модель, що дозволяє знайти найбільш раціональне рішення побудови структури мікропроцесорної централізації з урахуванням місцевих умов експлуатації. Для цього використано метод Мамдані в якості схеми формування нечіткого висновку. При цьому використовується метод мініактивації. Для акумуляції висновків правил – використано метод max-диз'юнкції. Правила формуються на основі логічних співвідношень між змінними з врахуванням допущення про незалежність дії кожного з факторів на вибір структури керування системи МПЦ на проміжній станції.

7. В результаті опитування та обробки відповідей експертів визначено граничні параметри впливу факторів та його характер в формі правил нечіткої логіки, що дозволяє ефективно використати отриманий матеріал при розробці математичної моделі.

Література

1. Пресняк, С.С. Разработка, внедрение и перспективы отечественных систем микропроцессорной централизации [Текст] / С.С. Пресняк [и др.] // Автоматика, связь, информатика. – 2001. - №10. – С. 27 – 29.
2. Ягудин, Р.Ш. Перспективы применения и развития микропроцессорной техники в устройствах железнодорожной автоматки и телемеханики [Текст] / Р.Ш. Ягудин // Автоматика, связь, информатика. – 2001. - №12. – С. 23 – 25.

3. Сапожников, В.В. Какими должны быть микропроцессорные системы железнодорожной автоматики и телемеханики [Текст] / В.В. Сапожников [и др.] // Автоматика, телемеханика и связь. - 1988. - № 5. - С. 32 - 34.
4. Малинов, В.М. Современные зарубежные системы МПЦ. [Текст] / В.М. Малинов // Автоматика, связь, информатика. - 2000. - №7. - С. 45 - 47.
5. Малишев, Н.Г. Нечеткие модели для экспертных систем в САПР [Текст] / Н.Г. Малышев, Л.С. Берштейн, А.В. Боженюк. - М.: Энергоатомиздат, 1991. - 482 с.
6. Леоненков, А.В. Нечёткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH [Текст] / А.В. Леоненков. - СПб.: БВХ-Петербург, 2005. - 736 с.
7. Алексеев, Е.Н. Влияние интенсивности движения поездов и пассажиропотоков на статистику отказов вагонов метрополитена [Текст] / Е.Н. Алексеев // Железнодорожный транспорт – пути развития и совершенствования его работы : межвуз. сб. науч. трудов / ВЗИИЖТ. – М., 1985. – Вып. 128. – С. 40–45.

В роботі досліджено особливості проектування вихідних каскадів для інтегральних схем (ІС) і мікросистем-на-кристалі зі структурами кремній-на-ізоляторі (КНІ) виконаних за традиційною КМОН схемотехнікою та з використанням подвійного управління шляхом підключення до підканальних областей в КНІ МОН транзисторах

Ключові слова: КНІ-структура, КНІ Бі-КМОН каскад, подвійне керування

В работе исследованы особенности проектирования выходных каскадов для интегральных схем (ИС) и микросистем-на-кристалле со структурами кремний-на-изоляторе (КНИ) выполненных за традиционной КМОН схемотехникой и с использованием двойного управления путем подключения к подканальным областям в КНИ МОН транзисторах

Ключевые слова: КНИ-структура, КНИ Би-КМОН каскад, двойное управление

In this paper design features of output cascades for integrated circuits and micro systems-on-chip with silicon-on-insulator structures (SOI) and fabricated by traditional CMOS process and with the use of double control by connecting to the under channels areas in SOI MOS transistors are investigated

Keywords: SOI structure, SOI Bi-CMOS cascade, double control

УДК 621.3.049

ОСОБЛИВОСТІ ПРОЕКТУВАННЯ ВИХІДНИХ КАСКАДІВ К-МОН ІНТЕГРАЛЬНИХ СХЕМ З КНІ СТРУКТУРОЮ

І.Т. Когут

Доктор технічних наук, доцент, професор*

Контактний тел.: 050-925-52-25

E-mail: micro@il.if.ua

В.В. Довгий*

E-mail: victor-science@rambler.ru

В.І. Голота

Кандидат технічних наук, доцент*

E-mail: gvi@pu.if.ua

*Кафедра радіофізики і електроніки

Прикарпатський національний університет

імені Василя Стефаника

вул. Шевченка, 57, м. Івано-Франківськ, 76025

1. Вступ

При проектуванні вихідних каскадів ІС на основі КНІ МОН-транзисторів важливо враховувати такі параметри, як швидкодія, споживана потужність і площа на кристалі. Традиційно у вихідних каскадах послідовно включають 4-ри каскади інверторів, що забезпечує необхідну крутизну фронтів імпульсів і велику навантажувальну здатність. Недоліками такої схеми включення є значна затримка вихідних сигналів, велика власна споживана потужність та

неефективне використання площі кристалу. У КНІ МОН транзисторах можливе подвійне керування підканальною областю, що дозволяє розробляти нові схемотехнічні рішення з покращеними характеристиками [1].

В роботі розглянуто особливості проектування вихідних каскадів КМОН ІС, зокрема, на основі базових матричних кристалів та мікросистем-на-кристалі. Розроблена електрична схема вихідного каскаду з подвійним управлінням та топології вихідних каскадів. Показано результати моделювання