

18. Булатов Ю. Н. Алгоритм сглаживания эмпирической оценки комплексной передаточной функции при идентификации электроэнергетических систем [Текст] / Ю. Н. Булатов, И. В. Игнатьев // Информационные системы контроля и управления в промышленности и на транспорте: сб. научн. трудов. -2010. -№ 17. -С. 18-23.

Анотації:

Ключові слова: лінійна система, непараметрична ідентифікація, імпульсна характеристика

Виконане порівняння застосування методу корекції спектрів до ідентифікації лінійної дискретної системи у вигляді структури зі скінченною

імпульсною характеристикою за імпульсним тестовим сигналом, який недостатньо точно апроксимує необхідну еталонну дію, в часовій та частотній областях.

Выполнено сравнение применения метода коррекции спектров к идентификации линейной дискретной системы в виде структуры с конечной импульсной характеристикой по импульсному тестовому сигналу, который недостаточно точно аппроксимирует необходимое эталонное воздействие, во временной и частотной областях.

Comparison of spectrum correction procedure use for linear discrete system identification as a finite-impulse response structure after pulse excitation, which is a poor etalon test signal approximation, at time and frequency domains performed.

УДК 656.257

МЕЛІХОВ А.А., старший викладач (УкрДАЗТ);
СІРОКЛИН І.М., к.т.н., доцент (УкрДАЗТ).

**Фактори, що впливають на вибір структури системи МПЦ на станції.
Частина 2**

Вступ

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

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

Інертність мислення та прихильність до типових рішень систем часто обумовлює недостатню ефективність функціонування або необґрунтоване підвищення вартості систем МПЦ. Визначення факторів, що впливають на вибір ефективної структури МПЦ, обґрунтування їх 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

Визначити найбільш значущі фактори, що впливають на раціональність вибору структури МПЦ. Обґрунтування необхідності розробки експертної моделі та формалізації досвіду провідних фахівців в сфері проектування і розробки систем мікропроцесорної централізації.

Постановка проблеми. На даний час велика кількість компаній розробників пропонують системи МПЦ власної розробки для впровадження на станціях залізничного транспорту. Системи відрізняються не тільки технічними засобами та програмним забезпеченням, але й структурою керування об'єктами станційної автоматики. Проведений аналіз технічних засобів, що застосовуються, показав їх взаємозамінність та типову структуру побудови. Уніфікація програмного забезпечення значно ускладнене і не знаходить широкої підтримки серед розробників і є питанням окремого дослідження.

На сучасному етапі розвитку систем МПЦ актуальною задачею є саме визначення критеріїв, що впливають на раціональність структури відповідно до умов її функціонування. Для вирішення задачі визначення факторів впливу на вибір структури системи МПЦ постає необхідність застосувати досвід експертів-розробників та експертів-проектувальників в галузі автоматики та автоматизації на залізничному транспорті - систем МПЦ.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Критичний аналіз останніх досліджень, а також досвід експлуатації станційних систем мікропроцесорної центра-

лізації 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 [1–6]. Однак, задача формалізації та визначення величини взаємозв'язків факторів до теперішнього часу не вирішувалася.

Основний матеріал

Постановка задачі вимагає застосування методу експертних оцінок, що дозволяє проаналізувати велику кількість факторів впливу на структуру системи МПЦ й оцінити ступінь їхньої важливості [7, 8]. Проведене опитування експертів з метою ранжирування факторів впливу дало змогу виділити найбільш значущі, та визначити граничні умови та характер їх впливу.

Розглянемо виділені експертами фактори більш детально.

Тип пасажирських станцій. В загальній практиці прийнято виділяти три основні типи пасажирських станцій першого виду в залежності від характеру приймально-відправочних колій [9]:

- з тупиковими прийомо-відправними коліями;

- з наскрізними прийомо-відправними коліями;

- комбінований з наявністю наскрізних і тупикових прийомо-відправних колій.

Схеми пасажирських станцій з тупиковими прийомо-відправними коліями залежать від числа головних доріг на підході і їх спеціалізації, взаємного розташування в межах станції колій для приміського і руху на дальні відстані, розміщення технічних парків, локомотивного господарства і інших пристроїв. Нові пасажирські станції тупикового типу не будують.

На станціях наскрізного типу з вокзалом, розташованим збоку шляхів, влаш-

товуються для зв'язку з платформами переходу в різних рівнях: тунель, пішохідний міст, а в деяких випадках - конкорс над коліями.

Основну групу пасажирських станцій складають станції, що мають наскрізні прийомо-відправні колії.

Станції комбінованого типу у більшості випадків мають основну групу наскрізних прийомо-відправних колій для обслуговування далекого, місцевого і приміського пасажирського руху та декілька додаткових тупикових колій призна-

чених головним чином для відправлення приміських і місцевих поїздів одного напрямку.

Схеми комбінованого типу застосовують в тих випадках, коли на одному з підходів з'являється значна кількість кінцевих приміських поїздів рух яких не можна організувати по маятниковому графіку, і місцеві умови затрудняють укладання достатнього числа наскрізних колій в основному парку.

Тоді функція належності буде записана за допомогою виразу:

$$G_{min}^{nc} = \begin{cases} \text{централізована, якщо } T_{nc} - \text{наскрізна,} \\ \text{централізована(децентралізована), якщо } T_{nc} - \text{комбінована,} \\ \text{децентралізована, якщо } T_{nc} - \text{тупикова,} \end{cases} \quad (1)$$

де G_{min}^{nc} - функція належності «тип пасажирської станції».

Отже аналізуючи вираження (1), для можливості чисельного визначення належності тієї чи іншої станції до поняття наскрізна, тупикова чи комбінована станція необхідно ввести коефіцієнт K_{min}^{nc} , який характеризує належність до типу пасажирської станції. Він має межі вимірювання $K_{min}^{nc} \in [0;1]$. Таким чином, для станції наскрізного типу $K_{min}^{nc} = 0$, комбінованого типу $K_{min}^{nc} = 0.5$, тупикового типу $K_{min}^{nc} = 1$. Визначення коефіцієнта саме таким чином, дає можливість вибору його значення в широких межах залежно від конкретних умов проектування станції, наприклад: $K_{min}^{nc} = 0.5$.

Розміри руху вантажних, пасажирських і приміських поїздів (пар приведених поїздів на добу). Наявна пропускна спроможність станції визначається найбільшим числом вантажних поїздів (при заданій кількості пасажирських), яке може бути пропущено станцією протягом доби,

з урахуванням якнайкращого використання наявних технічних засобів і застосування передової технології.

Сумарні розрахункові розміри руху поїздів на і-м підході [9]:

$$\sum_{j=1}^n N_{ij}^p = \sum_{j=1}^n \bar{N}_{ij} + t_{\beta} \cdot \sigma_{nti}, \quad (2)$$

де $\sum_{j=1}^n N_{ij}^p$ - сумарні розрахункові розміри руху поїздів на і-м підході;

зміри руху поїздів на і-м підході;

$\sum_{j=1}^n \bar{N}_{ij}$ - сумарні середні розміри руху поїздів j-й категорії на і-м підході;

ху поїздів j-й категорії на і-м підході;

t_{β} - параметр (1.65 – 1.75);

σ_{nti} - середнє квадратичне відхилення прогнозованих розмірів руху поїздів на j-му підході в і-му році.

Описання розмірів руху вантажних, пасажирських і приміських поїздів, аналіз виразу (2) та урахування норм проектування в Україні [10], дає можливість сформулювати функцію належності:

$$G_{min}^{pp} = \begin{cases} \text{централізована, якщо } \sum_{j=1}^n N_{ij}^p \leq 25, \\ \text{централізована(децентралізована), якщо } 25 < \sum_{j=1}^n N_{ij}^p \leq 60, \\ \text{децентралізована, якщо } 60 < \sum_{j=1}^n N_{ij}^p, \end{cases} \quad (3)$$

де G_{min}^{pp} - функція належності «розміри руху вантажних, пасажирських і приміських поїздів».

Розрахункова річна приведена вантажонапруженість, млн. ткм/км.

Вантажонапруженість, млн. ткм/км в рік – найважливіший показник, що визначає потужність залізниці, потрібну для забезпечення перевезень. Вантажонапруженість ділянки залізничної лінії визначається за формулою [11]:

$$\Gamma = \frac{\sum (e \cdot l)}{L}, \quad (4)$$

де Γ – окремі складові перевезень (по родам вантажів), т;

l - довжина їх пробігу по проектованій лінії, км.;

L - загальна довжина лінії, км.

Вантажонапруженість нетто – без урахування маси тари, тобто маси рухомого складу, - середньозважувана корисна вантажна робота. Для розрахунку річної приведеної вантажонапруженості нетто у вантажному напрямі Γ_{np} , млн. ткм/км в рік застосовується формула [11]:

$$\Gamma_{np} = \Gamma_{ep} + 365 \cdot n_{nac} \cdot Q_{nac}^n \cdot 10^{-6}, \quad (5)$$

де Γ_{np} - розрахункова річна приведена вагонопотужність, млн. ткм/км у рік;

Γ_{ep} - річна вантажонапруженість нетто у вантажному напрямі, млн. ткм/км у рік;

n_{nac} - число пар пасажирських поїздів за добу, пар поїздів/добу на 10-й рік експлуатації;

Q_{nac}^n - середня маса пасажирського поїзда нетто, т.

Розрахункова річна приведена вантажонапруженість повинна встановлюватися на основі техніко-економічних обґрунтувань.

Від річного транзитного і місцевого вантажообігу в тисячах тонн за рік переходять до добового вагонообігу з урахуванням нерівномірності перевезень, залежної від сезонності перевезень сільськогосподарських вантажів, закриття навігації на водних шляхах та ін. Показником нерівномірності перевезень α вважають відношення найбільшого місячного вантажного потоку до середньомісячного. Кількість вагонів в середньому за добу місяця найбільшої роботи дорівнює [11]:

$$B = \frac{1000\Gamma\alpha}{365q_n}, \quad (6)$$

де Γ - річний вантажопотік, тис. т.;

α - коефіцієнт нерівномірності вантажних перевезень;

q_n - середньозважуване навантаження вагону (нетто).

Описання розрахункової річної приведеної вантажонапруженості, аналіз формул (4 - 6) та урахування норм проектування в Україні [10], дає можливість сформулювати функцію належності:

$$G_{min}^{G_{np}} = \begin{cases} \text{централізована, якщо } G_{np} \leq 10, \\ \text{централізована(децентралізована), якщо } 10 < G_{np} \leq 30, \\ \text{децентралізована, якщо } 30 < G_{np}, \end{cases} \quad (7)$$

де $G_{min}^{G_{np}}$ - функція належності «розрахункова річна приведена вантажонапруженість».

Кількість централізованих стрілок на станції. Всі станції, з погляду систем автоматики і телемеханіки, по кількості об'єктів управління (традиційно по кількості стрілок) можна розділити на: малі, середні та великі.

Експертами було запропоновано наступний розподіл кількості централізованих стрілок по структурах:

- кількість централізованих стрілок на станції до 15 - структури з децентралізованим розміщенням апаратури;

- кількість централізованих стрілок на станції від 15 до 30 - структури з централізованим або децентралізованим розміщенням апаратури;

- кількість централізованих стрілок на станції від 30 і більше структури з централізованим розміщенням апаратури.

Розподіл кількості централізованих стрілок на станції експертами дає можливість сформулювати функцію належності:

$$G_{min}^{N_{uc}} = \begin{cases} \text{децентралізована, якщо } N_{uc} \leq 15, \\ \text{централізована(децентралізована), якщо } 15 \leq N_{uc} \leq 30, \\ \text{централізована (Зрівня), якщо } 30 \leq N_{uc}, \end{cases} \quad (8)$$

де $G_{min}^{N_{uc}}$ - функція належності «кількість централізованих стрілок на станції».

При проведенні анкетування була побудована структура впливу факторів на вибір структури системи МПЦ на станції, а також визначений вплив структури на показники системи (рис. 1).

У подальшому експертам буде запропоновано оцінити фактори, що впливають на вибір структури системи МПЦ на станції за допомогою методу рангів [7, 12, 13].

Ранжирування дозволяє вибрати з досліджуваної сукупності факторів найбільш істотний. По методу рангів експерти здійснюють ранжирування (впорядкування) досліджуваних факторів системи залежно від їх відносної значущості (перевазі) [12].

Цей метод дозволяє визначити місце досліджуваного фактора серед інших факторів, що впливають на вибір структури системи МПЦ.

Проведені розрахунки дали змогу отримати значення коефіцієнта конкордації $W = 0,83$. Значущість коефіцієнта перевірено за критерієм χ^2 . В результаті порівняння зі значенням коефіцієнта для п'ятивідсоткового рівня значущості (кількість ступенів свободи шість) отримано підтвердження високого рівня узгодженості відповідей експертів.

Для поліпшення зручності використання результатів досліджень, розраховано вагові коефіцієнти факторів: 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)

Експлуатаційні фактори, які впливають на вибір структури системи

1. Типи пасажирських станцій;
2. Розташування приймально-відправних колій;
3. Розміри руху вантажних, пасажирських і приміських поїздів (пар приведенних поїздів на добу);
4. Використання безпечних структур керування;
5. Довжина кабелю СЦБ, жила-км;
6. Розрахункова річна приведена вантажонапруженість, млн ткм/км;
7. Кількість централізованих стрілок на станції;
8. Обмеженість площі приміщень для розміщення шаф об'єктними контролерами; та інше

Техніко-економічні показники, на які впливають вибрані структури системи

1. Імовірність небезпечної відмови;
2. Середній наробіток до небезпечної відмови;
3. Середня тривалість відновлення після виникнення відмови;
4. Імовірність відновлення;
5. Технічне обслуговування системи;
6. Термін служби системи;
7. Капітальні витрати на впровадження системи;
8. Питомі експлуатаційні витрати;
9. Термін окупності;
10. Наслідки збитку;
11. Умови роботи оператора (ДСП); та інше

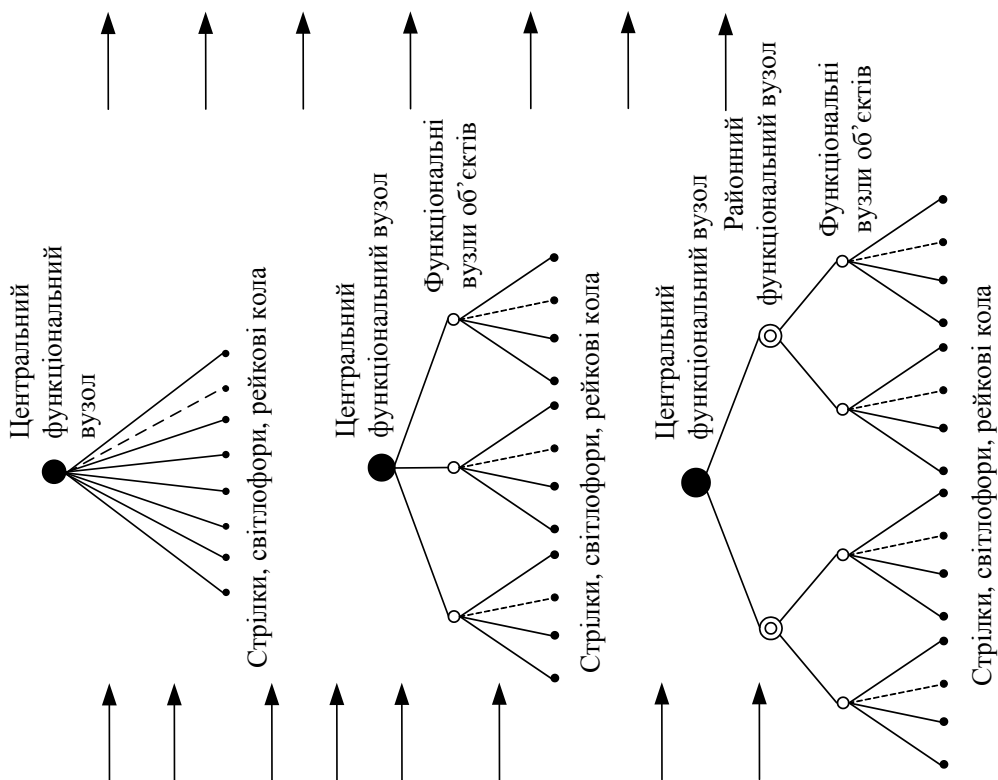


Рис. 1. - Вплив факторів на вибір структури керування системи МПЦ

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 оптимальність 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. 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.

Список літератури

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 автоматки 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. Меліхов, А.А. Кількісний аналіз структур функціонування мікропроцесорних централізацій на залізничному транспорті. [Текст] / А.А. Меліхов, В.С. Коновалов // Зб. наук. праць УкрДАЗТ. - 2003. – Вип. 56. – С. 61 - 66

6. Меліхов, А.А. Аналіз показників резервованих об'єктів з відновленням. [Текст] / А.А. Меліхов // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. - 2009. – №1. – С. 12 - 17

7. Голотов, В.А. Экспертные методы определения весовых коэффициентов. [Текст] / В.А. Голотов, В.В. Павельев // Автоматика и телемеханика. - 1976. – №12. – С. 95 - 107

8. Ларичев, О.И. Человеческие процедуры принятия решений (обзор). [Текст] / О.И. Ларичев // Автоматика и телемеханика. - 1971. – №12. – С. 130 – 142

9. Савченко, И.Е. Железнодорожные станции и узлы [Текст]: учебник для вузов ж.-д. трансп. / И.Е. Савченко, С.В. Земблинов, И.И. Страковский; под

ред. В.М. Акулиничева, Н.Н. Шабалина. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Транспорт, 1980. - 479 с.

10. Державні будівельні норми України. Норми проектування. Споруди транспорту. [Текст]: ДБН В.2.3-19-2008. - Київ, Мінрегіонбуд України, 2008.

11. Турбин, И.В. Изыскания и проектирование железных дорог [Текст]: учебник для вузов ж.-д. трансп. / И.В.Турбин, А.В.Гавриленков, И.И.Кантор и др.; под ред. И.В. Турбина. - М.: Транспорт, 1989. - 479 с.

12. Малишев, Н.Г. Нечеткие модели для экспертных систем в САПР [Текст] / Н.Г. Малышев, Л.С. Берштейн, А.В. Боженьюк. - М.: Энергоатомиздат, 1991. - 482 с.

13. Леоненков, А.В. Нечёткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH [Текст] / А.В. Леоненков. - СПб.: БВХ-Петербург, 2005. - 736 с.

Анотації:

З використанням метода експертних оцінок отримано величину значущості факторів, що впливають на раціональність вибору структури системи мікропроцесорної централізації. Встановлено граничні умови факторів. Обґрунтовано доцільність використання теорії нечітких множин для побудови моделі.

С использованием метода экспертных оценок получено величину значимости факторов, которые влияют на рациональность выбора структуры системы микропроцессорной централизации. Определены граничные условия факторов. Обоснована целесообразность использования теории нечётких множеств для построения модели.

Quantity of factors value is defined by the method of expert evaluations. It influences the rational choice of the structure of microprocessor centralization system. The author defines factors boundary conditions and grounds appropriateness of fuzzy-set theory for the model construction.

УДК 656.256.3

БАБАЕВ М. М., д.т.н. (УкрГАЗТ);
САЯПИНА И. А., аспирант (УкрГАЗТ).

Анализ современных систем регулирования движением поездов

Введение

Украина является второй по величине страной Европы и находится на пересечении транспортных путей между странами Западной Европы и Азии. Этим обусловлено прохождение через ее территорию международных транспортных коридоров (МТК).[1]

В связи с увеличением интенсивности движения актуальным направлением развития железнодорожного транспорта Украины является обеспечение увеличе-

ния скоростей. Это вызвано несколькими факторами, например:

- введением ускоренного движения и обеспечения скорости до 160 км/ч в рамках подготовки Украины к проведению финальной части Евро-2012;

- для развития и поддержания конкурентоспособности МТК необходимо уменьшение общей себестоимости перевозок, что возможно благодаря повышению скорости доставки грузов;

- в связи с возможностью единого таможенного пространства Украины с Ев-