

більш детальної розробки програми з корегуванням структури, зв'язків між елементами та методів їх обробки.

Пакет реалізовано у двох версіях на мовах програмування – C# та Python, що відкриває перед програмістом можливість вибору мови, яка буде використатися для створення програми. Незалежно від мови програмування, обидва пакети мають однаковий функціонал.

### Список літератури

1. Каргин А. А. Управление «умной машиной» на основе модели категорийного представления: подход гранулярного компьютеринга / А. А. Каргин, Т.Г. Петренко // Проблемы информационных технологий. - 2017. - №01 (021). - С.18-28.
2. Каргин А. А. Подход к созданию умных машин, основанный на модели гранулярных вычислений / А.А. Каргин, Т.Г. Петренко // Информационно-керуючі системи на залізничному транспорті. УкрДУЗТ, Харків, №4 (Додаток), 2016, С.32-36
3. Каргин А. А. Введение в интеллектуальные машины. Книга 1. Интеллектуальные регуляторы [Текст] / А. А. Каргин. – Донецк: Норд-Пресс, ДонНУ, 2010. – 526 с.

Бутенко В. М., доцент,  
Ушаков М. В., ст. викл. (УкрДУЗТ)

## ОПТИМІЗАЦІЯ МОДЕЛЕЙ РОЗПОДІЛЕНИХ ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНИХ СИСТЕМ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

Досліджуючи моделі функціонування комп'ютерних систем [1] та порівнюючи методи вимірювання світлотехнічних виробів транспортного призначення [2] отримано можливість оптимізації моделей інформаційно-вимірювальних систем здебільшого залізничного транспорту.

Суть новизни пояснюється залежністю систематичних похибок трансформатора напруги (ТН)  $\delta_{U2}$  від навантаження вторинних кіл ТН  $S_{U2}$ , тобто  $\delta_{U2}$  ( $K_{S2}$ ) пряма 1 на рис. 1, де  $K_{S2} = \frac{S_2}{S_{2H}}$  ( $S_{2H}$  –

номінальна потужність вторинних кіл ТН у ВА,  $S_2$  – поточна потужність). Пряма 1 обмежена точками  $K_{S2} = K_{S2min} = 0,25$  і  $K_{S2} = 1,0$ . Пряма 2 – це пряма 1, яка перенесена паралельно самій собі угору на  $\delta_{U2}(1,0)$ . На рис. 2 показана залежність систематичних похибок трансформатора струму (ТС)  $\delta_{I2}$ , від величини струму в лінії електропостачання  $K_{II}$  ( $K_{II} = \frac{I_1}{I_{1H}}$ , де  $I_{1H}$  –

номінальний струм первинного кола ТС, а  $I_1$  – його поточне значення). Залежність 3 (рис. 2) побудована по точкам метрологічних вимірювань:  $K_{II} = 0,01$ ;  $K_{II} = 0,05$ ;  $K_{II} = 0,2$ ;  $K_{II} = 1,0$ ;  $K_{II} = 1,2$ . Ділянка залежності між нормованими точками  $K_{II} = 0,2$  і  $K_{II} = 1,2$  – практично пряма лінія. Залежності 1 (рис. 1) і 3 (рис. 2) для ТН і ТС відповідно побудовані по точках метрологічних вимірювань (по точках у свідоцтвах та відповідних протоколах про державну метрологічну атестацію ТС і ТН), які виконані на місці їх встановлення та експлуатації точці комерційного обліку і контролю електроенергії після виткової корекції ТС і ТН.

По значенню реального струму у первинному колі ТС, наприклад,  $K_{IIp} = 0,8$  отримують графічно похибки вимірювання вторинного кола ТС  $\delta_{I2X}$  (прямі 4 і 5 на рис. 2).  $\delta_{I2} < 0$ . Щоб сумарна похибка вимірювання струму і напруги дорівнювалася нулю необхідно вибрати похибку вимірювання напруги, яка дорівнює  $\delta_{U2X} = -\delta_{I2X}$ . По отриманій похибці вимірювання напруги графічно отримуємо значення  $K_{S2X}$  за допомогою прямих 6 і 7 (див. рис. 1). Отримане навантаження вторинного кола ТН  $K_{S2X}$  дає можливість визначити параметри вторинного кола ТН, які дозволяють звести сумарну похибку вимірювання струму і напруги до нуля для конкретного значення струму  $I_{Ip}$  в лінії електропостачання.

$$Z_x = \frac{[U_{2H}(1 + \delta_{U2X})]^2}{S_{2X}}, \quad (1)$$

$$R_{2X} = Z_{2X} \cos \varphi_2, \quad X_{2X} = \sqrt{Z_{2X}^2 - R_{2X}^2}, \quad L_{2X} = \frac{X_{2X}}{\omega}, \quad (2)$$

де  $Z_{2X}$ ,  $R_{2X}$ ,  $X_{2X}$ , і  $L_{2X}$  – відповідно повний, активний, індуктивний опір та індуктивність вторинного кола ТН;

$\omega = 2\pi f = 314$  рад/с (для  $f = 50$  Гц.) – кутова частота;

$\cos \varphi_2 = 0,8$  – значення вторинного кола ТН, яке нормується;

$U_{2H}$  – номінальна напруга вторинної обмотки ТН.

Однак графічний метод незручний у використанні й дає значні похибки. Тому, враховуючи, що у нормованих діапазонах  $0,2 \leq K_{II} \leq 1,2$  і  $0,25 \leq K_{S2} \leq 1,0$  залежності відповідно  $\delta_{I2}$  ( $K_{II}$ ) і  $\delta_{U2}$  ( $K_{S2}$ ) мають лінійний характер, то корекцію параметрів вторинних кіл ТН можна отримати аналітично. Із прямокутного трикутника на рис. 2 маємо

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{|\delta_{I2}(0,2) - \delta_{I2}(1,2)|}{1,2 - 0,2} = |\delta_{I2}(0,2) - \delta_{I2}(1,2)|;$$

де  $|\delta_{I2}(0,2) - \delta_{I2}(1,2)|$  – різниця похибок ТС по модулю в нормованих точках  $K_{II}=0,2$  і  $K_{II}=1,2$ , заданих згідно свідчення та протоколу про державну метрологічну атестацію.

Похибка вимірювання струму вторинного кола ТС при  $K_{IIIP}$  буде визначатися (рис. 2):

$$\delta_{I2X}(K_{IIIP}) = [\delta_{I2}(0,2) + K_{IIIP} \text{tg}\beta].$$

Вибираємо  $\delta_{U2X} = -\delta_{I2X}$

Із прямокутного трикутника EDN (рис. 1) знаходимо:

$$DN = (K_{S2X} - 0,25) = \frac{ED}{\text{tg}\alpha} = \frac{(\delta_{U2}(0,25) - \delta_{U2X})}{\text{tg}\alpha} <=$$

$$K_{S2X} = \left[ 0,25 + \frac{(\delta_{U2}(0,25) - \delta_{U2X})}{\text{tg}\alpha} \right].$$

З прямокутного трикутника ВАС (рис. 1) маємо  $\text{tg}\alpha = \frac{AB}{AC} = \frac{[\delta_{U2}(0,25) + \delta_{U2}(1,0)]}{1,0 - 0,25} = \frac{0,75}{0,75} = 1$

В подальшому по формулам (1) і (2) визначаємо параметри навантаження вторинних кіл ТН для отримання похибки вимірювання напруги  $\delta_{U2X} = -\delta_{I2X}$  для струму первинного кола ТС  $K_{IIIP}$ .

Це дає можливість отримати рівні по значенню та різні за знаком похибки вимірювання ТС  $\delta_I$  і ТН  $\delta_U$ , тобто  $\delta_U + \delta_I \approx 0$  або  $\delta_U \approx -\delta_I$ .

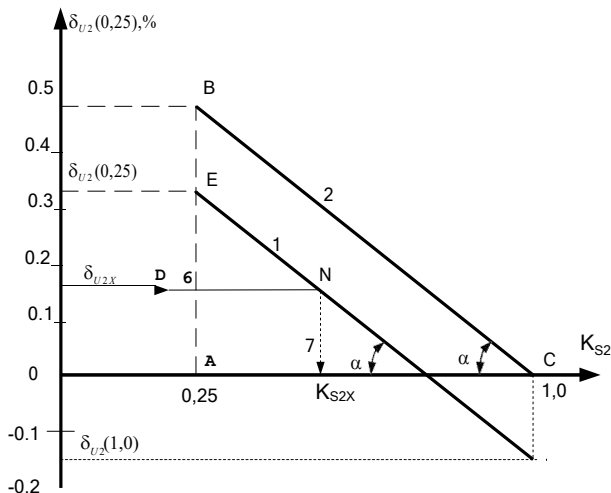


Рис. 1. Залежність похибки трансформатора напруги від його навантаження

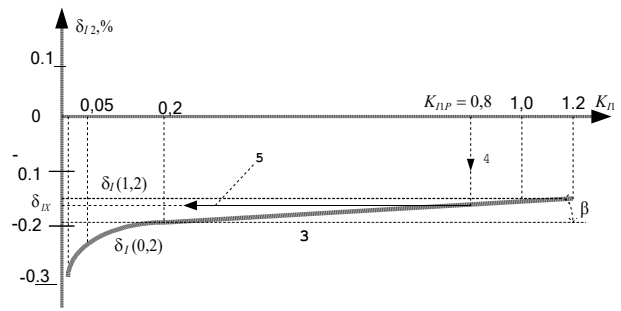


Рис. 2. Залежність похибки трансформатора струму від його навантаження

Це дозволить зменшити похибку вимірювання обсягу електроенергії практично до похибки, що залежить тільки від похибки лічильника електроенергії та в подальшому застосовувати паралельні алгоритми оптимізації розрахункового процесу [3]

### Література

1. Бутенко В.М., Мойсеєнко В. И., Кузьменко Д. М. Компьютерная система управления движением поездов [Text] // Залізнич. трансп. України № 5 – 6/2000. К.: – С. 80 – 82
2. Сравнительный анализ измерений светотехнических изделий транспортного назначения [Text] / В.М. Бутенко, А.Д. Купко, С.Г.Чуб // 36. науч. пр. УкрДАЗТ – Харків: УкрДАЗТ. – 2009. – № 110. – С. 109 – 121.
3. Parallel algorithms of calculation process optimization for the Boolean programming problems. [Text] / S. V. Listrovoy, V. F. Tretjak, A. S. Listrovaya // Engineering Simulation. – 1999, – Vol. 16, – Pp. 569 – 579.

Мазіашвілі А. Р.,  
Корольова Н. А. (УкрДУЗТ)

УДК 621.327

### ОБГРУНТОВАНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ НЕЙРОМЕРЕЖЕВИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ СИСТЕМ СТИСКУ ОБ'ЄКТНО-ОРІЄНТОВАНИХ МОДЕЛЕЙ ПОДАВАННЯ

До теперішнього часу відомо кілька класів методів компресії, які задовільно зарекомендували себе при вирішенні різних завдань формування, передачі і зберігання цифрових зображень. Проблема квазі-оборотного стиску (компресії / декомпресії) цифрових зображень, що формуються системами скануючих відео-вимірювань земної поверхні, які пересилаються по цифрових каналах передачі даних - до сих пір залишається актуальною.