

## ПЕРЕДУМОВИ ПОБУДОВИ АСУ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОХІМЗАХИСТУ МАГІСТРАЛЬНИХ ТРУБОПРОВОДІВ

СКЛЯРОВ С. О.

Вирішуються проблеми застосування основних принципів синтезу систем управління складними організаційно-технічними об'єктами для побудови АСУ системою протикорозійного захисту магістральних трубопроводів України. Визначаються задачі, що повинні вирішуватися на кожному рівні управління. Доводиться необхідність реструктуризації існуючої системи управління електрохімічним захистом з метою підвищення її загальної ефективності.

Автоматизація управління складними технологічними комплексами в нафтохімічному виробництві, металургії, енергетиці, гнучкому автоматизованому виробництві, а також в організаційно-технологічних системах транспортування нафти та газу обумовлюється безперервним ускладненням об'єктів управління, підвищенням відповідальності функцій, що ними виконуються, підвищенням загальної економічної ефективності систем та розширенням меж умов експлуатації.

Зростання числа функцій управління, що покладаються на автоматичні та автоматизовані управляючі системи, з одного боку, та розширення номенклатури функціонально близьких засобів автоматизації – з другого, зробили більш актуальною проблему вибору кращого варіанту структур організаційно-технологічних комплексів в умовах обмежених затрат на їх реалізацію. Вирішення цієї проблеми в значній мірі залежить від складності визначення сукупності властивостей управляючих систем, які приймаються для аналізу їх якості, а також розробки моделей розрахунку показників ефективності функціонування складних систем.

Аналіз проблеми синтезу систем управління організаційно-технологічними комплексами транспортування нафти та газу [1,5,6] показує, що розробка алгоритмічних структур систем управління, які визначають їх динамічні властивості (часові, точносні тощо), призвела до недооцінки інших властивостей систем, наприклад, надійнісних, що визначають їх працездатність та життєдіяльність на етапі експлуатації, а також ресурсних, що визначають розмір матеріальних, людських і фінансових витрат за весь період життєвого циклу об'єкта управління. Взагалі мова йде про те, що на стадії розробки та проектування повинні в однаковій мірі і узгоджено враховуватися вимоги забезпечення ефективної працездатності технічних засобів комплексу (необхідної швидкодії, точності, стійкості та ін.) та експлуатаційної (на тривалому відрізку часу в межах життєвого циклу) працездатності при мінімальних або обмежених витратах ресурсів.

Такий розгляд проблеми вимагає необхідності забезпечити раціональний розподіл функціональних

задач між спільними частинами системи управління організаційно-технологічним комплексом на етапі синтезу її структури. При цьому слід порівнювати вказані задачі по їх значенню, аналізувати взаємний вплив результатів вирішення одних задач на результати інших, визначати необхідну послідовність обробки інформації та способи прийняття рішень по узгодженню управляючих впливів на елементи об'єкта управління. Підсумком такого дослідження має бути формування структури системи управління, яка у більшості випадків повинна бути ієрархічною або багаторівневою з такими характерними ознаками [2]:

— наявність пріоритету задач, котрі вирішуються складовими частинами системи, та, як наслідок, визначення різних рівнів, на яких реалізується весь процес управління;

— розподілення задач, які вирішуються в процесі управління, між рівнями системи;

— наявність певних цілей, які повинні досягатися на кожному рівні управління;

— вертикальна співвідпорядкованість (ієрархія) рівнів, що полягає в можливості втручання верхніх рівнів у вирішення задач на більш низьких рівнях та залежності успішного вирішення задач на верхніх рівнях від результатів вирішення задач на більш низьких рівнях;

— математичний опис функціонування кожного рівня з використанням засобів формалізації, найбільш придатних для даного рівня ієрархії.

У більшості випадків багаторівнева ієрархічна структура характеризується складними та нерівнозначними по силі зв'язками між елементами як одного і того ж ієрархічного рівня (горизонтальні зв'язки), так і різних рівнів (вертикальні зв'язки). Слід вважати, що основним призначенням горизонтальних зв'язків є системоутворення, яке реалізує специфічну для системи єдність і цілісність, що проявляється в нових інтегральних властивостях, які з'являються у системі і не зводяться до суперпозиції властивостей у підсистемах, що її складають. Вертикальні зв'язки передбачають наявність відношень упорядкованості, що забезпечують пріоритет дій та цілей елементів (підсистем) верхнього рівня, та залежності дій цих підсистем від фактичного виконання нижніми рівнями своїх функцій. Така взаємна залежність між вертикально розташованими підсистемами відображає пріоритет усієї ієрархічної системи як єдиного цілого над її частиною та задає межі реалізації горизонтальних зв'язків, створюючи основу внутрішньої єдності системи [3].

Всі ці ознаки багаторівневих систем у більшості визначають особливості їх проектування, які виявляються у вирішенні таких взаємозв'язаних проблем [4]:

— декомпозиції загальної задачі управління на підзадачі нижніх рівнів з тією умовою, щоб рішення локальних підзадач були координованими по відношенню до задач вищих рівнів;

— синтезу елемента (задачі), який забезпечує досягнення глобальної мети шляхом узгодження локальних рішень через втручання в роботу елементів нижніх рівнів;

— розробки методів та алгоритмів координації, які забезпечують ефективне формування координуючих сигналів, здатних скоординувати декомпозовану систему та забезпечити її цілісність;

— забезпечення модифікованості задач нижніх рівнів з метою одержання такої їх форми, яка б гарантувала координованість відносно сформульованої задачі координації.

Ієрархічна організація систем управління багатозв'язковими організаційно-технічними комплексами забезпечує підвищення ефективності управління з багатьох технічних, економічних та експлуатаційних причин.

1. Ієрархічна структура дозволяє в деякій мірі вирішити проблему зв'язковості, приймаючи за координуючі сигнали змінні взаємозв'язку підсистем.

2. На першому рівні можливе застосування прямого цифрового управління класичного типу окремих агрегатами, а на вищих рівнях доцільно застосовувати більш складні процедури оптимізації.

3. Всі рівні управління функціонують у реальному масштабі часу, але з точки зору тривалості періоду прийняття рішень між ними існує значна різниця, що обумовлює застосування різних за швидкістю і точносними характеристиками алгоритмів вирішення оптимізаційних задач.

4. Реальними фізичними змінними управляє лише перший рівень.

Решта рівнів і підрівнів здійснюють підстройку узагальнених параметрів та вибір робочих точок локальних регулюючих пристроїв на основі інформації про стан окремих агрегатів, можливості досягнення ними заданих характеристик та стану загальних зв'язуючих матеріальних і енергетичних потоків. Таким чином, верхні рівні забезпечують перебудову і адаптацію усєї системи управління з метою досягнення найбільшої ефективності та живучості об'єкта управління.

В рамках запропонованого підходу до розробки організаційно-технологічної структури системи управління складними об'єктами розглядається комплекс протикорозійного захисту магістральних трубопроводів як об'єкт управління, який можна зобразити у вигляді ієрархічної структури, що складається з трьох рівнів. На нижньому рівні розташовані технічні засоби електрохімічного захисту з локальними регулюючими пристроями. На другому рівні вирішуються задачі лінійних експлуатаційних служб (ЛЕС). Верхнім рівнем є управління магістральних трубопроводів (УМТ).

Функції управління, що реалізуються персоналом ЛЕС стосовно електрохімічного захисту, можна згрупувати таким чином:

— управління процесом захисту трубопроводів від корозії;

— управління обслуговуванням та ремонтом засобів захисту від корозії, а також ліній електропостачання (ЛЕП), що живлять установки катодного захисту (УКЗ);

— передача інформації на верхній рівень.

До функцій УМТ належить збір та обробка інформації про загальний стан усіх підлеглих магістральних трубопроводів (МТ) та складення на основі цих даних довгострокових планів стосовно їх експлуатації надалі, а також передача узагальненої інформації на верхній рівень.

Вся інформація між рівнями передається у вигляді великої кількості оперативних планових та звітних документів, схем, інструкцій, проектно-виконавчої та технічної документації і обробляється

вручну. Очевидно, що на рівні УМТ прийняття оптимального рішення по управлінню в подібних умовах є досить складна задача, вирішення якої потребує побудови системи управління на основі комп'ютеризованої експертної системи з елементами штучного інтелекту. Ця система повинна збирати дані з підлеглих ділянок трубопроводів, обробляти їх, видавати рішення у формі порад, а також мати можливість відобразити додаткову інформацію у потрібній формі для прийняття остаточного рішення. Право остаточного рішення повинно надаватися головному інженеру УМТ.

На рівні ЛЕС проводиться збір інформації стосовно технічного стану засобів електрохімічного захисту (ЕХЗ) та джерел їх живлення, режимів УКЗ, а також розподілу захисного потенціалу вздовж трубопроводу, стану ізоляції. У зв'язку з відсутністю засобів дистанційного контролю та телемеханіки збір даних з нижнього рівня проводиться вручну інженером по ЕХЗ, що тягне за собою, по-перше, недостатню об'єктивність та своєчасність інформації, а по-друге — витрати, зв'язані з доставкою вимірювального комплексу до точок контролю на трубопроводі. За результатами зібраних даних складаються звіти, які надсилаються на верхній рівень, а також приймаються рішення по зміні режимів роботи УКЗ та ремонту засобів ЕХЗ, якщо це потрібно. Інформація збирається два рази на рік під час сезонних вимірювань. Очевидно, що такої періодичності явно не достатньо для безвідказної роботи систем катодного захисту на протязі року. Для більш ефективної та надійної роботи засобів ЕХЗ вздовж трубопроводу повинні бути встановлені засоби телемеханіки, які б не тільки забезпечували накопичування та передачу інформації в ЛЕС, але й дозволяли управляти режимами УКЗ дистанційно з пункту управління ЕХЗ, що має бути розташований на ЛЕС. Для обробки зібраних даних та прийняття оптимальних рішень по встановленню режимів УКЗ на рівні ЛЕС повинна бути впроваджена експертна система, яка б використовувала не тільки оперативну інформацію, а й статистичні дані, що були накопичені за весь період існування трубопроводу. За допомогою спеціалізованих математичних моделей система повинна виробляти оптимальні з точки зору мінімізації витрат та надійності протикорозійного захисту управляючі сигнали. В системі передбачається функцію контролю і остаточного прийняття рішення надати диспетчеру системи управління, який має пріоритет дії і може змінювати параметри моделей управління.

На нижньому рівні, який являє собою контрольовимірювальні пункти (КВП) та УКЗ з джерелами їх живлення, повинні бути розташовані датчики для отримання інформації про режими системи катодного захисту, пристрої передачі та прийому для обміну даними з ЛЕС, виконуючі механізми для реалізації управляючих команд, що поступатимуть з пункту управління ЛЕС.

Для забезпечення ефективного обміну інформацією між рівнями УМТ і ЛЕС необхідно використати комп'ютерну мережу корпоративного типу, а для обміну даними між ЛЕС та нижнім рівнем — засоби телемеханіки та дистанційного контролю. Для збереження та накопичення паспортних і статистичних даних, отриманих у процесі експлуатації об'єктів трубопроводного транспорту, передбачено розробити

єдину розподілену базу даних, яка б охоплювала всі рівні управління та забезпечувала інформацією функціональні задачі, що вирішуються на цих рівнях.

На сьогодні в рамках запропонованого підходу розроблено комплекс задач локального рівня, які реалізують функції контролю працездатності УКЗ, ідентифікації та оптимізації режимів електрохімічного захисту трубопроводів, розрахунку показників ефективності функціонування засобів ЕХЗ і захищеності споруд від корозії, створення та ведення локальних баз даних. Розроблені задачі впроваджені у виробництво і проходять досліду експлуатацію на ряді ЛЕС України і за її межами.

**Література:** 1. Палашов В.В. Расчет полной катодной защиты. Л.: Недра, 1988. 136 с. 2. Месарович М., Мако Д., Такахара И. Теория иерархических многоуровневых

систем. М.: Мир, 1973. 344 с. 3. Чернышев М.К., Гаджиев М.Ю. Математическое моделирование иерархических систем с приложением к биологии и экономике. М.: Наука, 1983. 192 с. 4. Месарович М., Такахара Я. Общая теория систем: математические основы. М.: Мир, 1978. 311 с. 5. Бородавкин П.П., Березин В.Л. Сооружение магистральных трубопроводов. М.: Недра, 1977. 407 с. 6. Зиневич А. М., Глазков В. И., Котик В. Г. Защита трубопроводов и резервуаров от коррозии. М.: Недра, 1975. 288 с.

Надійшла до редколегії 10.11.1998

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. Левикін В. М.

**Склярів Станіслав Олександрович**, аспірант кафедри ПО ЕОМ ХТУРЕ. Наукові інтереси: математичне моделювання, теорія прийняття рішень. Адреса: Україна, 310726, Харків, вул. Конєва, 16, кімната 702, тел. 20-57-89, 37-49-48.

УДК 681.327

## РАСПОЗНАВАНИЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ ПО ПАРАМЕТРАМ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ

ГОРОХОВАТСКИЙ В.А.

Предлагается и обосновывается алгоритм распознавания изображений по параметрам преобразований. Экспериментально обосновывается помехозащищенность предложенного алгоритма. Приводится сравнительный анализ с классическим подходом.

Теория нормализации изображений [1] обосновывает процессы распознавания для объектов, подвергающихся геометрическим преобразованиям в поле зрения. В настоящее время создаются программные приложения этой теории с учетом возможностей современных компьютеров по обработке реальных полутонных и цветных изображений [2]. Рассмотрим метод и соответствующий алгоритм распознавания, в основе которых лежит теория построения нормализаторов. В этом подходе, как и в классическом [1], вначале определяются параметры геометрических преобразований. Затем по полученным параметрам осуществляется распознавание класса эквивалентности изображения. Предлагаемый подход к распознаванию обладает большим быстродействием, так как в нем отсутствует сравнение двумерных полей, характерное для распознавания путем предварительной нормализации.

Из основной теоремы теории нормализации [1] следует, что для одного и того же класса эквивалентности изображений  $W_k$  существует большое разнообразие конкретных представлений нормализаторов. Общий вид оператора нормализации

$$F(B) = B\bar{\Phi}(B), \quad \bar{\Phi}: W \rightarrow G \quad (1)$$

(здесь  $B$  — изображение;  $B \in W$  — множество изображений;  $G$  — группа преобразований) показывает, что это разнообразие обеспечивается различием отображений  $\bar{\Phi}$ .

**Утверждение 1.** Пусть  $G$  — группа преобразований с элементами  $g \in G$ ;  $W_k$  — фиксированный класс эквивалентности  $W_k \in W$ ;  $\bar{\Phi}_1, \bar{\Phi}_2, \dots, \bar{\Phi}_s$  —

произвольные отображения  $\bar{\Phi}_i: W \rightarrow G$ ,  $i = \overline{1, s}$ , удовлетворяющие условию нормализации

$$g_i \bar{\Phi}_i(B) = \bar{\Phi}_i(B_0), \quad B, B_0 \in W_k, \quad (2)$$

$g_1, g_2, \dots, g_s$  — параметры преобразования изображения  $B$ , определяемые отображениями  $\bar{\Phi}_1, \bar{\Phi}_2, \dots, \bar{\Phi}_s$ .

Если  $B \in W_k$ , то имеет место равенство

$$g_1 = g_2 = \dots = g_s. \quad (3)$$

**Доказательство.** Если  $B \in W_k$ , то  $B = B_0 g$ ,  $g \in G$ . Тогда из (2) для  $i$ -го элемента в равенстве (3) имеем

$$\begin{aligned} g_i &= \bar{\Phi}_i(B_0) [\Phi_i(B)]^{-1} = \bar{\Phi}_i(B_0) [\bar{\Phi}_i(B_0 g)]^{-1} = \\ &= \bar{\Phi}_i(B_0) [g^{-1} \bar{\Phi}_i(B_0)]^{-1}. \end{aligned}$$

Применяем правило получения обратного элемента в группе, после чего

$$g_i = \bar{\Phi}_i(B_0) [\bar{\Phi}_i(B_0)]^{-1} g = g.$$

Доказанное не зависит от  $i$ , значит, условие (3) выполняется.

Другими словами, из утверждения 1 следует, что при использовании различных операторов нормализации для одного и того же изображения из класса эквивалентности  $W_k$  мы получаем один и тот же параметр преобразования  $g$ .

**Утверждение 2.** Пусть  $W_1, W_2$  — классы эквивалентности

$$W_1 = \{B_0^1 g, g \in G\}, \quad W_2 = \{B_0^2 g, g \in G\},$$

$B$  — изображение, принадлежащее одному из классов  $W_1, W_2$ ;  $\bar{\Phi}_1, \bar{\Phi}_2$  — отображения, удовлетворяющие условию нормализации (2) относительно обоих классов  $W_1, W_2$ , а  $g_1, g_2$  — параметры преобразования изображения  $B$ , определяемые отображениями  $\bar{\Phi}_1, \bar{\Phi}_2$ .

Для того чтобы равенство  $g_1 = g_2$  выполнялось только для одного из классов ( $W_1$  или  $W_2$ ), необходимо условие