

## МЕТОДИКА ВИЯВЛЕННЯ ПОМИЛКОВИХ СПРАЦЬОВУВАНЬ У НЕШТАТНИХ РЕЖИМАХ ФУНКЦІОНУВАННЯ ЕНЕРГООБ'ЄКТА

Бровко К. Ю.<sup>1</sup>, Буданов П. Ф.<sup>2</sup>, Бібіков О. О.<sup>2</sup>, Федченко-Галаган Є. С.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка,

<sup>2</sup>Українська інженерно-педагогічна академія (м. Харків),

<sup>3</sup>Київський енергетичний коледж

*Запропоновано методику виявлення помилкових спрацьовувань для безперебійної роботи енергооб'єктів в різних нештатних режимах функціонування при обробці інформації про хід технологічного процесу.*

**Постановка проблеми.** Аналіз аварій на електростанціях (ТЭС, АЭС) за останній час показує, що вони виникають, як правило, раптово і їх практично неможливо підтримувати. Основними джерелами аварій, як показує аналіз [1, 2], є помилки оперативного персоналу енергооб'єктів (70 %), знос технологічного обладнання (20 %) і природні явища (5-10 %).

Електричні станції (АЕС, ТЕС) є складними динамічними об'єктами дуже підвищеної небезпеки, де експлуатаційний персонал недостатньо повно і своєчасно забезпечується інформацією про аварійну ситуацію мікропроцесорними системами автоматизованих систем управління технологічними процесами (МПС АСУ ТП), тому, необхідне вдосконалення апаратно-програмного забезпечення МПС АСУ ТП, яка дозволить, в режимі реального часу, виявити будь-яку аварійну ситуацію і своєчасно попередити про це для подальшого її усунення. Необхідно відзначити також, що неконтрольоване протікання технологічного процесу на енергооб'єктах, як правило, відбувається в нештатних режимах функціонування і не залежить навіть від правильних дій оперативного персоналу, які спрямовані на зниження руйнівних наслідків аварії. Проблема ще полягає в тому, що в один і той же час, на декількох технологічних ділянках технологічного процесу електростанції, характеристики аналогових технологічних параметрів значно наближаються до неприпустимих меж і часових інтервалів, а, як відомо, на АЕС та ТЕС тисячі дискретних параметрів, сигналізують стан засувки і різних вимикачів з управління технологічним обладнанням енергооб'єкта.

Таким чином, актуальною проблемою підвищення надійності управління технологічним обладнанням електростанції, є своєчасне оперативне виявлення і попередження аварій на етапі передаварійної ситуації. Дане завдання може бути вирішено за допомогою методики виявлення помилкових спрацьовувань у нештатних режимах функціонування енергооб'єкта.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Аналіз науково-технічної та спеціальної літератури [1, 2] показав, що на сьогоднішній день існує декілька основних методик, в яких завдання попередження аварійної ситуації полягає в тому, щоб виключити помилкове спрацьовування аварійного захисту, яке може призвести до масштабної аварії або позапланової зупинки енергоблоку. Методика виявлення і діагностування переддефектного стану технічного об'єкта, складається в тому, що для виділеної групи станів об'єкта визначають показник інтенсивності зв'язку – емпіричне кореляційне відношення між значеннями сигналу

ознаки з максимальною діагностичною цінністю і значеннями сигналів інших ознак стану [4]. Для кожного класу обраної групи визначають середнє значення емпіричної кореляційної відносини. Недоліком методики є необхідність багаторазового вимірювання сигналів для всіх ознак станів обраної групи і відповідно порівняльний аналіз оператором отриманих даних.

Методика комп'ютерного вироблення найкращих варіантів рішень із заданої множини для проблем, що підлягають вирішенню, і система для його реалізації [2] полягає в тому, що задають тип проблеми, що підлягає вирішенню, під яким розуміють клас завдань, що зберігається в переліку проблем з бази даних, що включає як широкий клас задач, наприклад, такі, як досягнення успіху, ступінь ризику і ступінь безпеки при вирішенні проблеми, яка відноситься до вирішення конкретних завдань, наприклад, оцінки показників успіху підприємницької або виробничої діяльності.

Недоліками методики та реалізуючої його системи є необхідність використання безлічі приблизних апроксимаційних моделей, які неточно відображають стан і поведінку реального об'єкта, а також порівняльного аналізу оператором отриманих даних, що вимагає додаткового часу [5].

Методика і система для видачі рекомендацій по вибору на основі переваг в системі, якою користуються багато користувачів [3], яка реалізована в комп'ютерній системі, що містить процесор, базу даних переваг, пристрій введення і пристрій виведення. База даних містить безліч записів, кожна з яких визначає переваги конкретного користувача. За сигналом управління пристрій введення генерує вхідні записи до переваг певного користувача. Далі процесор здійснює пошук в базі даних з метою виявлення переваг, які збігаються з уподобаннями, що містяться у вхідному записі, формує лічильник збігів, ідентифікує незбіжні переваги, надає незбіжним перевагам вагові коефіцієнти, обрані в зворотній залежності від їх частоти появи в базі даних, сортування неспівпадаючих переваг за ваговими коефіцієнтами і вибір рекомендацій по перевагах з неспівпадаючих переваг. Потім пристрій виведення генерує відповідне повідомлення оператору. Недоліком відомої методики, є вузька постановка задачі і вузька область застосування, що обумовлено обмеженістю використовуваної моделі, яка застосовується для вироблення рекомендацій для прийняття рішень по управлінню енергооб'єктом [5].

**Мета статті.** Розробка методики виявлення аварійних ознак в нештатних режимах функціонування

енергооб'єкта на етапі передаварійної ситуації, з використанням методу фрактального виявлення аварійних ознак в об'ємі інформаційного простору технологічного процесу енергооб'єкта.

**Основні матеріали дослідження.** В основу пропонуваної методики поставлена задача виявлення недостовірної інформації для попередження помилкових спрацьовувань при виявленні аварійних ознак у нештатних режимах функціонування енергооб'єкта шляхом поканального порівняння інформації про зміну характеристик параметрів технологічного процесу енергооб'єкта [4]. Сутність методики пояснюється рис. 1, у вигляді структурної схеми.

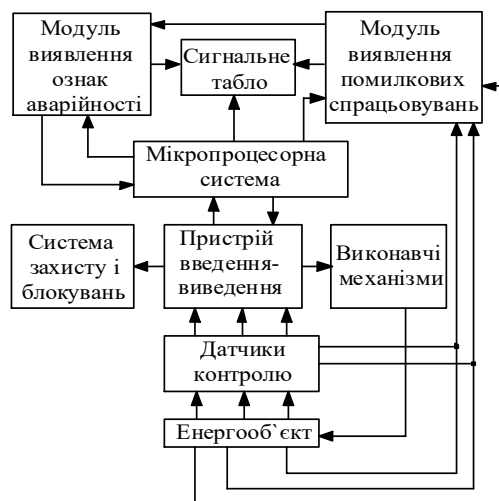


Рисунок 1 – Структурно-функціональна схема мікропроцесорної системи ПТК АСУ ТП з впровадженням модулів виявлення ознак аварійності та помилкових спрацьовувань

Збір інформації про характеристики електрофізичних параметрів технологічного процесу енергооб'єкта здійснюється з датчиків контролю через пристрій введення-виведення, а подальша її обробка, відбувається в арифметично – логічному пристрої мікропроцесорної системи, де поточні дані про електрофізичні параметри технологічного процесу енергооб'єкта порівнюються з даними, які заздалегідь встановлені граничними уставками в пам'яті даних мікропроцесорної системи. У разі порівняння поточних показників параметрів, які надійшли від датчиків контролю і даних, лічених з граничних уставок пам'яті даних в арифметично-логічному пристрої мікропроцесорної системи, формуються нормовані ознаки, і керуючий сигнал не надходить через пристрій введення-виведення на виконавчі механізми, і системи захистів і блокувань [5].

При нештатних режимах функціонування енергооб'єкта відбуваються відхилення характеристик електрофізичних параметрів технологічного процесу, які надходять з датчиків контролю через пристрій введення-виведення в мікропроцесорну систему, де поточні дані про електрофізичні параметри технологічного процесу енергооб'єкта порівнюються з даними, які заздалегідь встановлені граничними уставками в пам'яті даних мікропроцесорної системи. Результати порівняння даних з мікропроцесорної системи надходять через пристрій вводу-виводу на виконавчі меха-

нізми, і систему захистів і блокувань та модуль виявлення аварійних ознак у нештатних режимах функціонування енергооб'єкта.

В модулі виявлення аварійних ознак у нештатних режимах функціонування енергооб'єкта, паралельно мікропроцесорній системі, обробляються результати порівняння поточних аварійних відхилень про електрофізичні параметри технологічного процесу з даними, які заздалегідь встановлені граничними уставками в пам'яті даних. Це робиться з метою виділення аварійних ознак на основі отриманих змін просторово – часових характеристик кожного окремого технологічного параметра в режимі реального часу. Ці розрахунки проводяться методом фрактального виявлення, в основі якого лежить залежність зміни характеристик електрофізичних параметрів технологічного процесу енергооб'єкта від геометричних та інформаційних розмірностей тривимірного фазового об'єму інформаційного простору технологічного процесу. На основі отриманих результатів по виділенню аварійних ознак у нештатних режимах функціонування енергооб'єкта, в модулі виявлення аварійних ознак виробляється сигнал, що містить аварійні ознаки, який надходить в мікропроцесорну систему, де формується і виробляється керуючий сигнал. Цей сигнал через пристрій введення-виведення надходить на системи блокувань і захистів по включенню блокувань і захистів на енергооб'єкті в режимі реального часу. Це дає можливість недопущення виникнення аварій і катастроф та забезпечення штатного управління функціонування енергооб'єкта. Крім того, при виникненні аварійної ситуації в модулі виявлення ознак аварійності формується інформаційний сигнал оповіщення, який надходить на загальне сигнальне табло. Паралельно з роботою модуля виявлення аварійних ознак, в модулі виявлення помилкових спрацьовувань виконується виявлення недостовірної інформації про аварійні ознаки шляхом поканального порівняння інформації при виборці 2 з 3, яка надходить в модуль виявлення помилкових спрацьовувань з датчиків контролю параметрів технологічного процесу. В модулі виявлення помилкових спрацьовувань визначають недостовірність локальної (незапрограмованої) інформації в тривимірному фазовому об'ємі інформаційного простору технологічного процесу енергооб'єкта на основі поканальної виборці менше ніж 2 з 3 з урахуванням зміни часу утворення околу ненормованих значень характеристик параметрів в період від нуля до 2 с. В якості кількісних характеристик структури заповнювання тривимірного фазового об'єму інформаційного простору технологічного процесу енергооб'єкта, використовують довжину розрядної кодограми по кожному інформаційному каналу. За результатами обробки поканального порівняння інформації при виборці 2 з 3 з виходу модуля виявлення помилкових спрацьовувань на вхід модуля виявлення ознак аварійності видається інформаційний сигнал, який блокує видачу сигнала про аварійні ознаки в мікропроцесорну систему, яка не формує керуючий сигнал через пристрій введення-виведення на системи блокувань і захистів, і тим самим виключає помилкові спрацьовування виконавчих механізмів на енергооб'єкті в режимі реального часу. Це дає можливість недопущення несанкціонованих аварійних

режимів при нормальному функціонуванні енергооб'єкта [4].

Одним із найважливіших показників надійності зі спрацьовування підсистем аварійного та попереджувального захисту інформаційно-керуючих систем програмно-технічного комплексу (ПТК) АСУ ТП енергооб'єктів є параметр потоку помилкових спрацьовувань на рік, який визначається за формулою (1), аналогічно застосовуваної для оцінки потоку відмов [5]. Даний показник характеризує суміщення двох незалежних складових: помилкове спрацьовування пристрою та відсутність вимог на спрацьовування.

$$W(t) = \frac{R(t_2) - R(t_1)}{t_2 - t_1}, \quad (1)$$

де  $R(t_2)$ ,  $R(t_1)$  – число помилкових спрацьовувань до моменту часу  $t_1$ ,  $t_2$ . Причому,  $t_1 \leq t \leq t_2$ .

У методиці виявлення помилкових спрацьовувань для характеристики надійності функціонування інформаційно-керуючих систем ПТК АСУ ТП енергооб'єктів розглядаються тільки ті "помилкові спрацьовування", які викликані внутрішніми причинами, тобто через недостовірність інформації.

Необхідно також відзначити, що число відмов безпосередньо залежить від ступеня визначення достовірності інформації про характеристики параметрів технологічного процесу на електричних станціях.

При зборі та первинній обробці аналогових сигналів проводиться згладжування вимірних значень відповідно до вимог технологічних алгоритмів, що значно впливає на перевірку достовірності інформації. Підставимо отриманий вираз (1). Таким чином, для оцінки потоку помилкових спрацьовувань маємо вираз (2):

$$W(t) = \frac{R(T_u + \Delta T) - R\left[T_u - \left(\frac{\ln \Delta d_{fi}}{(\ln^2 2)|\Delta Q_{en}} - \Delta T\right)\right]}{(T_u + \Delta T) - \left[T_u - \left(\frac{\ln \Delta d_{fi}}{(\ln^2 2)|\Delta Q_{en}} - \Delta T\right)\right]}, \quad (2)$$

де  $T_u$  – час циклу;

$d_{fi}$  – інформаційна фрактальна розмірність;

$Q_{en}$  – випадковий інформаційний сигнал.

Слід відзначити, що запропонована методика обробки інформаційного простору, закладена в інформаційно-керуючі системи ПТК АСУ ТП енергооб'єктів, значно зменшує вірогідність збоїв та виключає ситуації, які призводять до самовільного генерування вихідного випадкового помилкового інформаційного сигналу при відсутності вхідного сигналу, тобто відмови типу "помилкове спрацьовування".

**Висновки.** Пропонована методика має наступні переваги:

- підвищується надійність у визначенні достовірності інформації у порівнянні з прототипом;

- зменшується ризик несанкціонованого включення-виключення виконавчих механізмів та системи захисту і блокувань.

## Список використаних джерел

1. Бровко К. Ю., Буданов П. Ф. Влияние фрактальных свойств информационного пространства на процесс формирования случайного сигнала с признаками аварийности. *Системы обработки информации*. Харьков, 2016. Вып. 1(138). С. 10–14.
2. Бровко К. Ю., Буданов П. Ф. Экспериментальные исследования пространственно-временной модели информационного пространства для процесса формирования случайного сигнала с признаками аварийности. *Системы обработки информации*. Харьков, 2016. Вып. 3(140). С. 227–233.
3. Budanov P., Brovko K., Cherniuk A., Vasyuchenko P., Homenko V. Improving The Reliability Of Information-Control systems At Power Generation Facilities Based on The Fractal-Cluster Theory. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2018. 2/9 (82). P. 4 – 12.
4. Спосіб виявлення аварійних ознак у позаштатних режимах функціонування енергооб'єкта: пат. 113804 Україна. МПК G06F 1/00, G05B 23/02. № 201609397; заявл. 09.09.2016; опубл. 10.02.2017. Бюл. № 3. С. 9.
5. Спосіб виявлення помилкових спрацьовувань у нештатних режимах функціонування енергооб'єкта: пат. 135872 Україна. МПК G06F 1/00; власник Укр. інж.-пед. акад. № 201901090; заявл. 04.02.2019; опубл. 25.07.2019. Бюл. № 14.

## Аннотация

### МЕТОДИКА ВЬЯВЛЕННЯ ЛОЖНЫХ СРАБАТЫВАНИЙ В НЕШТАТНЫХ РЕЖИМАХ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЭНЕРГООБЪЕКТОВ

Бровко К. Ю., Буданов П. Ф.,  
Бибииков А. А., Федченко-Галаган Е. С.

*Предложена методика выявления ложных срабатываний для бесперебойной работы энергообъектов в различных нештатных режимах работы при обработке информации о ходе технологического процесса.*

## Abstract

### METHODOLOGY FOR IDENTIFYING FALSE POSITIVES IN ABNORMAL MODES OF FUNCTIONING OF ENERGY FACILITIES

K. Brovko, P. Budanov,  
O. Bibikov, Y. Fedchenko-Halahan

*A technique is proposed for detecting false operations for the uninterrupted operation of power facilities in various abnormal operating modes when processing information about the technological process.*