

УДК 621.311.25:519.816

Є.О. Борисенко

Українська інженерно-педагогічна академія, Харків

## ОСОБЛИВОСТІ РЕЖИМІВ ФУНКЦІОНУВАННЯ МІКРОПРОЦЕСОРНИХ СИСТЕМ ДЛЯ ЗАДАЧ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ЕНЕРГООБ'ЄКТІВ

Для підвищення надійності функціонування інформаційно-керуючих систем програмно-технічного комплексу автоматизованих систем управління технологічними процесами електроенергетичних об'єктів, запропоновано удосконалити програмно-апаратні і технічні засоби мікропроцесорних систем, у вигляді впровадження модуля виявлення аварійних ознак в нештатних режимах функціонування електроенергетичного обладнання і розглянуті режими функціонування мікропроцесорних систем: зчитування, запису, введення, виведення, обміну даними, вибору команд в умовах відхилення величин характеристик технологічних параметрів технологічного процесу на енергоблоках теплових і атомних електростанцій в режимі реального часу.

**Ключові слова:** інформаційно-керуючі системи, програмно-технічний комплекс, автоматизовані системи управління технологічними процесами, електроенергетичні об'єкти.

### Вступ

**Постановка проблеми і аналіз публікацій.** В "Стратегічній програмі розвитку і вдосконалення енергетики України до 2030 р", затвердженій Кабінетом Міністрів України, передбачено цілий ряд заходів щодо вдосконалення автоматизованих систем управління (АСУ) різними енергооб'єктами, особливо заходи, щодо підвищення надійності, безпеки, економічності і довгостроковості функціонування АСУ технологічними процесами енергоблоків ТЕС і АЕС України. Одним з основних напрямків розвитку програмно-технічних комплексів автоматизованих систем управління енергоблоками (ПТК АСУ ТП) ТЕС і АЕС України, є автоматизація процесів оперативного контролю та своєчасного виявлення аварійних ознак у нештатних аварійних режимах функціонування електроенергетичного обладнання, основною причиною виникнення яких є відхилення від норми параметрів технологічного процесу. Однак, як показує аналіз великих несправностей і аварій на ТЕС і АЕС України, через відсутність контролю з перевірки достовірності інформації, виникають помилкові спрацьовування і відмови технологічного обладнання, що в цілому впливає на зниження надійності їх функціонування [1–4].

Як відомо, підвищення надійності досягається, перш за все, за рахунок систематичного і більш якісного оперативного контролю за станом енергоустановки, що дозволяє значно зменшити можливість його виходу з ладу або пошкодження при аварійних станах, а також зменшення ймовірності помилкових дій персоналу, особливо при нестационарних режи-

мах і аварійних ситуаціях. Надійній роботі обладнання сприяє і поліпшення стабільності протікання технологічних процесів [5–7].

Забезпечення високого рівня готовності апаратури АСУ ТП виконувати свої функції (ймовірність відмови заявки на виконання функції захисту -  $10^{-7}$ ) є обов'язковим.

На рівні компонент: блоків, пристроїв надійність досягається високою якістю комплектуючих і технологією їх виготовлення. На системному рівні – резервування є основним прийомом забезпечення необхідної надійності. Загальноприйнято використання голосування (мажоруння) "2 з 4", "2 з 3", "2 з 2" і т.д., причому для цих структур в відповідальних випадках застосовується вимога неприпустимості відмови з загальної причини (відмова живлення, пожежа та інше). У цих випадках здійснюється системне резервування на рівні комплексів. Однак важливою особливістю складних систем є несиметричність відмов, а голосуючі структури нечутливі до відмов різних типів. Тому більш перспективним є застосування повністю контрольованих структур з функцією вибору значення з урахуванням достовірності (результат контролю). У таких структурах корисно використовувати результати, отримані в електроніці, застосовуючи в архітектурі мікропроцесорних систем (МПС).

Функціональні можливості розподілених систем АСУ ТП АЕС. Спостерігається тенденція до значного розширення функціональних-них можливостей розподілених систем АСУ ТП АЕС за рахунок впровадження мікропроцесорних засобів з різними режимами функціонування.

Застосування мікропроцесорних програмованих засобів у системах аварійного захисту забезпечення реактора АЕС. До недавнього часу, високі вимоги з безпеки АЕС обмежували застосування мікропроцесорних вільно програмованих засобів у системах аварійного захисту і забезпечення безпеки АЕС і обумовлювали застосування засобів з жорсткою логікою. Для подолання цього бар'єру знадобилися великі зусилля з вироблення нових принципів конструювання апаратури аварійного захисту (АЗ), систем попереджувального захисту (СПЗ) і керуючих систем безпеки (КСБ) на базі програмованих мікропроцесорних засобів (програмованих контролерів – ПК), розробці методів контролю якості програмного забезпечення і аналізу надійності.

В даний час вже накопичено достатній досвід, який показує, що реалізація АЗ, СПЗ, КСБ на базі мікропроцесорних програмованих засобів при високих вимогах до надійності, можлива і навіть необхідно потрібна, так як забезпечує більш високі техніко-економічні показники у порівнянні з традиційними засобами з жорсткою логікою, серед яких відзначимо простоту реалізації алгоритмів, самотестування, реалізацію більш складних алгоритмів роботи аварійного захисту, компактність конструкцій, легкість заміни логіки, використання мульти-комплексних ліній зв'язку.

Великий досвід використання мікропроцесорної програмованої цифрової техніки в системах аварійного захисту, системах АЗ, СПЗ, КСБ, накопичений у Франції, Канаді, Німеччині та Японії.

На підставі вищевикладеного слід зробити висновки, що перевага мікропроцесорних програмованих систем АЗ перед традиційними системами з жорсткою логікою очевидні і в даний час не викликають сумнівів. Однак їх широке впровадження поки стримується труднощами перевірки надійності програмного забезпечення і невідповідністю органів Державного нагляду України до ліцензування таких систем. Проте досвід таких країн, як Франція, Канада, США, Японія, Великобританія, показує, що ці проблеми вирішуються позитивно.

У зв'язку з цим, необхідно зазначити, що, незважаючи на наявність сучасних засобів вимірювальної техніки, обчислювальної техніки та інформаційних технологій, до теперішнього часу, не отримали належного розвитку програмно-апаратні засоби ПТК АСУ ТП енергоблоків ТЕС і АЕС України, що дозволяють діагностувати інформаційні та керуючі потоки інформації на достовірність, що є актуальною проблемою для своєчасного виявлення аварійних ознак у нештатних аварійних режимах функціонування електроенергетичного обладнання [8–10].

Тому, **метою роботи** є вирішення завдання підвищення надійності функціонування ПТК АСУ ТП, на основі удосконалення режимів роботи мікропроцесорної системи програмно-апаратних засобів ПТК АСУ ТП з використанням модуля виявлення аварійних ознак у нештатних режимах функціонування електроенергетичного обладнання енергоблоків ТЕС і АЕС України.

## Основний матеріал

Для вирішення завдання підвищення надійності функціонування ПТК АСУ ТП, на основі вдосконалення режимів роботи мікропроцесорної системи програмно-апаратних засобів ПТК АСУ ТП з використанням модуля виявлення аварійних ознак (МВАО) у нештатних режимах функціонування електроенергетичного обладнання енергоблоків ТЕС і АЕС України автором була запропонована структурно-функціональна схема мікропроцесорного модуля інформаційно-керуючої системи ПТК АСУ ТП енергоблоку електростанції, яка показана на рис. 1.

Розглянемо особливості режимів функціонування мікропроцесорної системи при обробці інформації в разі відхилення величин технологічних параметрів технологічного процесу на енергоблоках ТЕС і АЕС України.

*Режим обміну даних:* дані, оброблені в арифметично-логічному пристрої (АЛП), передаються по внутрішній і зовнішній шині даних між всіма елементами мікропроцесора і модулем МВАО.

*Режим зчитування даних:* дані про параметри технологічного процесу (ПТП) та програма їх обробки, надходять в пристрій АЛУ з пам'яті програм і пам'яті даних, а поточні значення ПТП надходять в модуль МВАО для визначення швидкості зміни величин параметрів ПТП в часі.

*Режим запису даних:* дані, оброблені в пристрої АЛП, передаються паралельно одним потоком для запису інформації в пам'ять даних через акумулятор (спільні робочі регістри), а другим потоком – в модуль МВАО.

*Режим вибору команд:* для обробки даних в пристрої АЛП та модулі МВАО вибираються команди, відповідно з пам'яті програм МПС і пам'яті програм модуля МВАО

*Режим введення даних:* дані з пристрою введення передаються паралельно для обробки в пристрій АЛП і в модуль МВАО.

*Режим виведення даних:* оброблені дані з пристрою АЛП і модуля МВАО подаються на табло автоматизованого робочого місця оператора (АРМО) у вигляді сигналів: норма, передаварійна ситуація, аварія.

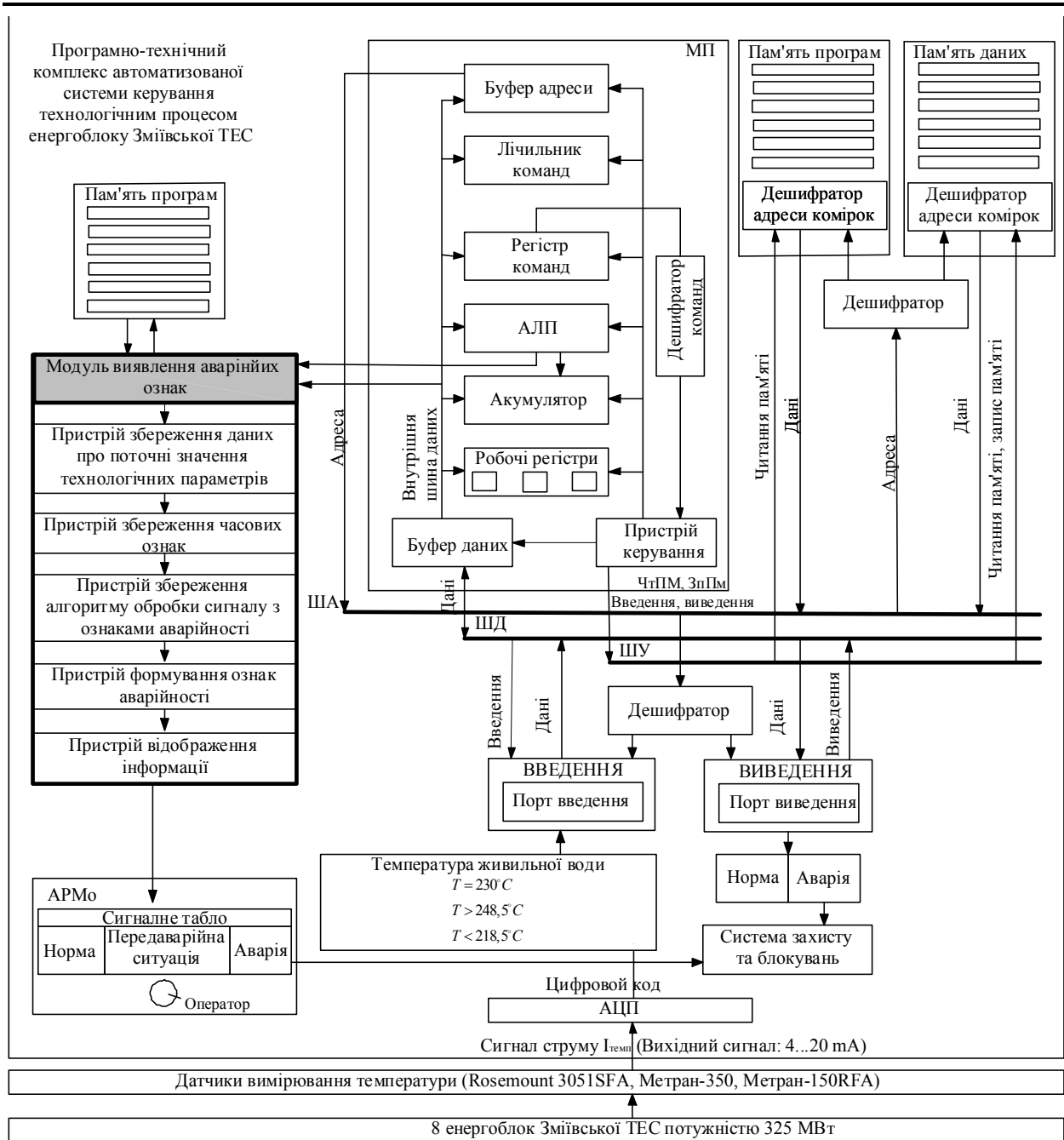


Рис. 1. Структурно-функціональна схема мікропроцесорної системи ПТК АСУ ТП енергоблоку ТЭС з впровадженням модуля виявлення аварійних ознак

## Висновки

1. Для підвищення надійності функціонування інформаційно-керуючих систем програмно-технічного комплексу автоматизованих систем управління технологічними процесами теплової електростанції, запропонована, вдосконалена структурно-функціональна схема мікропроцесорної системи ПТК АСУ ТП енергоблоку ТЕС.

2. Розглянуто особливості режимів функціонування мікропроцесорних систем: зчитування, запису, введення, виведення, обміну даними, вибору команд з впровадженням модуля виявлення аварійних ознак при відхиленнях величин характеристик тех-

нологічних параметрів технологічного процесу на енергоблоках теплових електростанцій в режимі реального часу.

## Список літератури

1. Буданов П.Ф. Синергетический подход к разработке модели принятия решения оперативным персоналом АЭС в нештатных ситуациях / П.Ф. Буданов, К.Ю. Бровко // Системи обробки інформації : зб. наук. пр. – Харків : Харків. ун-т Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, 2013. – Вип. 1(108). – С. 256-262.
2. Буданов П.Ф. Метод кластерного аналізу для обробки інформаційного простору в автоматизованих тренажерах по підготовці оперативного

персонала АЭС / П.Ф. Буданов, К.Ю. Бровко // Системи обробки інформації : зб. наук. пр. – Харків: Харків. ун-т Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, 2013. – Вип. 2(109). – С. 106-111.

3. Буданов П.Ф. Моделирование признаков аварийности параметров технологического процесса объектов электроэнергетики / П.Ф. Буданов, К.Ю. Бровко // Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил. – Харків : Харків. ун-т Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, 2015. – Вип. 2(43). – С. 84-88.

4. Буданов П.Ф. Просторово-часова модель інформаційного простору з фрактальною структурою / П.Ф. Буданов, К.Ю. Бровко // Системи обробки інформації : зб. наук. пр. – Харків : Харків. ун-т Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, 2015. – Вип. 7(132). – С. 15-19.

5. Буданов П.Ф. Метод фрактального обнаружения аварийных признаков в информационном пространстве технологического процесса / П.Ф. Буданов, К.Ю. Бровко // Системи озброєння і військова техніка. – 2015. – № 4(44). – С. 56-60.

6. Буданов П.Ф. Влияние фрактальных свойств информационного пространства на процесс формирования случайного сигнала с признаками аварийности / П.Ф. Буданов, К.Ю. Бровко // Системи обробки інформації : зб. наук. пр. – Харків : Харків. ун-т Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, 2016. – Вип. 1(138). – С. 10-14.

7. Буданов П.Ф. Экспериментальные исследования пространственно-временной модели информационного пространства для процесса формирования случайного сигнала с признаками аварийности / П.Ф. Буданов,

К.Ю. Бровко // Системи обробки інформації : зб. наук. пр. – Харків : Харків. ун-т Повітряних Сил імені І. Кожедуба. – 2016. – Вип. 3(140). – С. 227-233.

8. Буданов П.Ф. Повышение надежности управления технологическим процессом энергообъекта способом выявления аварийных признаков в нештатных режимах функционирования на основе метода фрактального обнаружения / П.Ф. Буданов, К.Ю. Бровко // Системи обробки інформації : зб. наук. пр. – Харків : Харків. ун-т Повітряних Сил ім. І. Кожедуба. – 2016. – Вип. 7(144). – С. 175-180.

9. Буданов П.Ф. Повышение надёжности функционирования энергообъектов на основе усовершенствования программно-технического комплекса автоматизированной подсистемы аварийной и предупредительной защиты / П.Ф. Буданов, К.Ю. Бровко, П.В. Васюченко // Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил. – Харків : Харків. ун-т Повітряних Сил імені Івана Кожедуба. – 2016. – Вип. 3(48). – С. 161-167.

10. Буданов П.Ф. Динамічна просторово-часова модель інформаційно-керуючих систем програмно-технічних комплексів АСУ ТП енергоблоку електростанції / П.Ф. Буданов, К.Ю. Бровко // Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил. – Харків : Харків. ун-т Повітряних Сил імені Івана Кожедуба. – 2016. – Вип. 4(49). – С. 80-85.

Надійшла до редколегії 23.03.2017

**Рецензент:** д-р техн. наук проф. Г.І. Канюк, Українська інженерно-педагогічна академія, Харків.

## ОСОБЕННОСТИ РЕЖИМОВ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ЗАДАЧ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГООБЪЕКТАМ

Е.О. Борисенко

Для повышения надёжности функционирования информационно-управляющих систем программно-технического комплекса автоматизированных систем управления технологическими процессами электроэнергетических объектов, предложено, усовершенствовать программно-аппаратные и технические средства микропроцессорных систем, в виде внедрения модуля обнаружения аварийных признаков в нештатных режимах функционирования электроэнергетического оборудования и рассмотрены режимы функционирования микропроцессорных систем: считывания, записи, ввода, вывода, обмена данными, выбора команд в условиях отклонения величин характеристик технологических параметров технологического процесса на энергоблоках тепловых и атомных электростанций в режиме реального времени.

**Ключевые слова:** информационно-управляющие системы, программно-технический комплекс, автоматизированные системы управления технологическими процессами, электроэнергетические объекты.

## FEATURES OF OPERATION OF MICROPROCESSOR SYSTEMS FOR PROBLEMS OF IMPROVING THE RELIABILITY OF AUTOMATED CONTROL SYSTEMS OF ENERGY OBJECTS

Ye. Borysenko

To improve the reliability of the operation of information and control systems of the software and hardware complex of automated control systems for technological processes of electric power facilities, it is proposed to improve the software and hardware of microprocessor systems, in the form of introducing a module for detecting emergency characteristics in abnormal operating modes of electric power equipment, and the operation modes of microprocessor Systems: reading, writing, inputting, outputting, exchanging data, selecting commands in conditions of deviation of the values of the technological parameters of the technological process on the power units of thermal and nuclear power plants in real time.

**Keywords:** Information-control systems, software and hardware complex, automated control systems for technological processes, electric power facilities.