

УДК 681.518.54

**С. М. Бабій, канд. техн. наук; В. В. Петрусь, канд. техн. наук;  
О. А. Паянок, канд. техн. наук**

## **ПРИСТРІЙ ДЛЯ ДІАГНОСТУВАННЯ АВТОМАТИЧНИХ АНАЛОГОВИХ КЕРУВАЛЬНИХ ПРИСТРОЇВ ЕЛЕКТРОПРИВОДА**

*Запропоновано структуру мікропроцесорного пристрою діагностування автоматичних аналогових керувальних пристроїв електропривода та алгоритм його роботи. Алгоритм реалізує прискорений пошук вимірювального каналу, в колі якого присутній екстремальний рівень сигналу, а також враховує параметр збоїв у кожному вимірювальному каналі, що дозволяє підвищити якість діагностування.*

### **Вступ**

Розробка систем регульованого електропривода (ЕП), а також методів і засобів його діагностування є перспективним напрямком розвитку сучасної науки і техніки [1].

Незважаючи на значне використання останнім часом ЕП з мікропроцесорними системами керування, досить поширеними є ЕП з аналоговими та цифро-аналоговими системами керування. В результаті природних процесів старіння та впливу різноманітних збурювальних дій, які мають місце в процесі експлуатації, характеристики ЕП з часом погіршуються. Слід зауважити, що суттєвий вплив на якість характеристик ЕП здійснюють саме аналогові блоки керування, які є найбільш чутливими до процесів старіння та різного роду збурень [2].

Саме тому виникає необхідність моніторингу технічного стану ЕП в цілому і, зокрема, автоматичних аналогових керуючих пристроїв (АКП) їх систем керування, який реалізують безперервним контролем та діагностуванням.

Сьогоднішній рівень розвитку технічних засобів дозволяє вирішити завдання діагностування автоматичних АКП ЕП за допомогою мікроконтролерів. Слід зауважити, що основні витрати у розробці таких систем припадають не на створення апаратної частини контролера, а на розробку алгоритмічного та програмного забезпечення [3].

### **Постановка задачі дослідження**

Розробка структури мікропроцесорного пристрою діагностування автоматичних АКП ЕП та алгоритму його роботи, що реалізує прискорений пошук вимірювального каналу, в колі якого присутній екстремальний рівень сигналу, а також враховує параметр збоїв по кожному вимірювальному каналу. Перехід до швидкодіючих мікропроцесорних структур дозволить підвищити якість діагностування ЕП в цілому і, зокрема, автоматичних АКП його системи керування.

### **Матеріали і результати дослідження**

В роботі [4] запропонована математична модель діагностування автоматичних АКП ЕП. Модель (1) забезпечує виявлення несправностей типу «конституента одиниці» та «конституента нуля», які є ознаками появи на виході  $i$ -го автоматичного АКП ЕП відповідно максимально можливого усталеного сигналу та мінімально можливого усталеного сигналу або взагалі його відсутність як такого. Окрім того, модель реалізує алгоритм прискореного пошуку вимірювального каналу, в колі якого виявлено екстремальний рівень сигналу та враховує параметр збоїв по кожному вимірювальному каналу.

Візьмемо за основу представлену математичну модель, з якої випливає, що для технічної реалізації відповідного пристрою діагностування необхідно передбачити опитування  $n$  вимірювальних каналів з можливістю розпізнавання знаку сигналу, а також сенсорів комутації та напруги живлення. Окрім того, необхідно забезпечити обробку інформації та виведення її на екран для візуального контролю стану досліджуваного об'єкта, а також зв'язок з ПЕОМ верхнього рівня для збереження та подальшої обробки інформації.

$$\left\{ \begin{array}{l}
 i = \overline{1, n}; \quad j = \overline{1, n}; \quad s_j = \overline{0, g}; \\
 k = 1; \quad v = 1; \\
 i = 1 \Rightarrow \begin{cases} j = 1; \\ \varepsilon_{\max_j} = |\varepsilon_i|; \end{cases} \\
 \begin{cases} i = i + 1; \\ |\varepsilon_i| > \varepsilon_{\max_j} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} j = i; \\ \varepsilon_{\max_j} = |\varepsilon_i|; \end{cases} \\
 x_j \rightarrow \text{const } 1, \quad \text{якщо} \begin{cases} \varepsilon_{\max_j} \geq \varepsilon_{\text{гр}}; \\ \varepsilon_j > 0; \end{cases} \\
 x_j \rightarrow \text{const } 0, \quad \text{якщо} \begin{cases} \varepsilon_{\max_j} \geq \varepsilon_{\text{гр}}; \\ \varepsilon_j < 0; \end{cases} \\
 x_j \rightarrow \text{var}(\text{const } 1), \quad \text{якщо} \begin{cases} i = n, \varepsilon_j > 0, \varepsilon_{\max_j} \geq \varepsilon_{\text{доп}}; \\ |\varepsilon_j| \rightarrow m, m \geq q \vee \begin{cases} |\varepsilon_j| \rightarrow m, & 0 < m < q; \\ s_j = s_j + 1, & s_j \geq g; \end{cases} \end{cases} \\
 x_j \rightarrow \text{var}(\text{const } 0), \quad \text{якщо} \begin{cases} i = n, \varepsilon_j < 0, \varepsilon_{\max_j} \geq \varepsilon_{\text{доп}}; \\ |\varepsilon_j| \rightarrow m, m \geq q \vee \begin{cases} |\varepsilon_j| \rightarrow m, & 0 < m < q; \\ s_j = s_j + 1, & d \geq g; \end{cases} \end{cases} \end{array} \right. \quad (1)$$

де  $n$  – кількість діагностованих автоматичних АКП системи керування ЕП;  $s_j$  – поточна кількість збоїв, причому індекс  $j$  характеризує той автоматичний АКП і, відповідно, той вимірювальний канал, вихідний сигнал в якому є екстремальним в даному циклі сканування;  $g$  – граничне значення, яке визначає необхідну кількість збоїв у одному вимірювальному каналі для формування висновку про майбутню несправність в даному вимірювальному каналі;  $k$  – сигнал з виходу сенсора комутації, що свідчить про положення комутаційного апарата, яким подається напруга живлення;  $v$  – сигнал з виходу сенсора живлення системи керування ЕП;  $\varepsilon_i$  – параметр, який характеризує точність відпрацювання задавального впливу  $i$ -м АКП у фіксований момент часу  $t$ ;  $\varepsilon_{\max_j}$  – поточне екстремальне значення сигналу в цьому циклі сканування, яке було зафіксовано в  $j$ -му вимірювальному каналі;  $\varepsilon_{\text{гр}}$  – гранично допустиме значення відхилення діагностичного параметра від його номінального значення по відношенню до граничного поля допуску;  $\varepsilon_{\text{доп}}$  – гранично допустиме значення відхилення діагностичного параметра від його номінального значення по відношенню до основного поля допуску;  $m$  – кількість перевищень діагностичним параметром меж основного поля допуску протягом часу, який відведено на діагностування одного вимірювального каналу;  $q$  – граничне значення, яке визначає необхідну кількість перевищень діагностичним параметром меж основного поля допуску (для виявлення несправності) протягом часу, що відведений на діагностування одного вимірювального каналу.

Здійснимо реалізацію пристрою для діагностування автоматичних АКП ЕП на базі типового мікроконтролера, наприклад АТ mega 128 фірми Atmel [5]. Структурна схема пристрою зображена на рис. 1.

Сигнали з виходу сенсорів параметрів 1, які відповідають значенню напруги на виході  $i$ -х блоків системи керування, подаються через перетворювачі сигналів 2, що приводять вхідні сигнали до рівня напруги, яка необхідна для нормальної роботи мікроконтролера 9, надходять на перші входи подільників сигналів 3, на другі входи яких надходять відповідні номінальні рівні сигналів з виходів моделі 5, яка відображає структуру діагностованих блоків. Сигнали з виходу блоків 3 подаються на відповідні входи мультиплектора 6 через блоки декрементування 4. Сигнал з виходу мультиплектора 6 подається через блок виділення модуля 7

на вхід АЦП мікроконтролера 9, а також через блок розпізнання знаку сигналу 8 на порт PB0. Сигнали з виходів сенсора комутації 10 та сенсора напруги живлення 11 подаються на порти PB1 та PB2, відповідно.

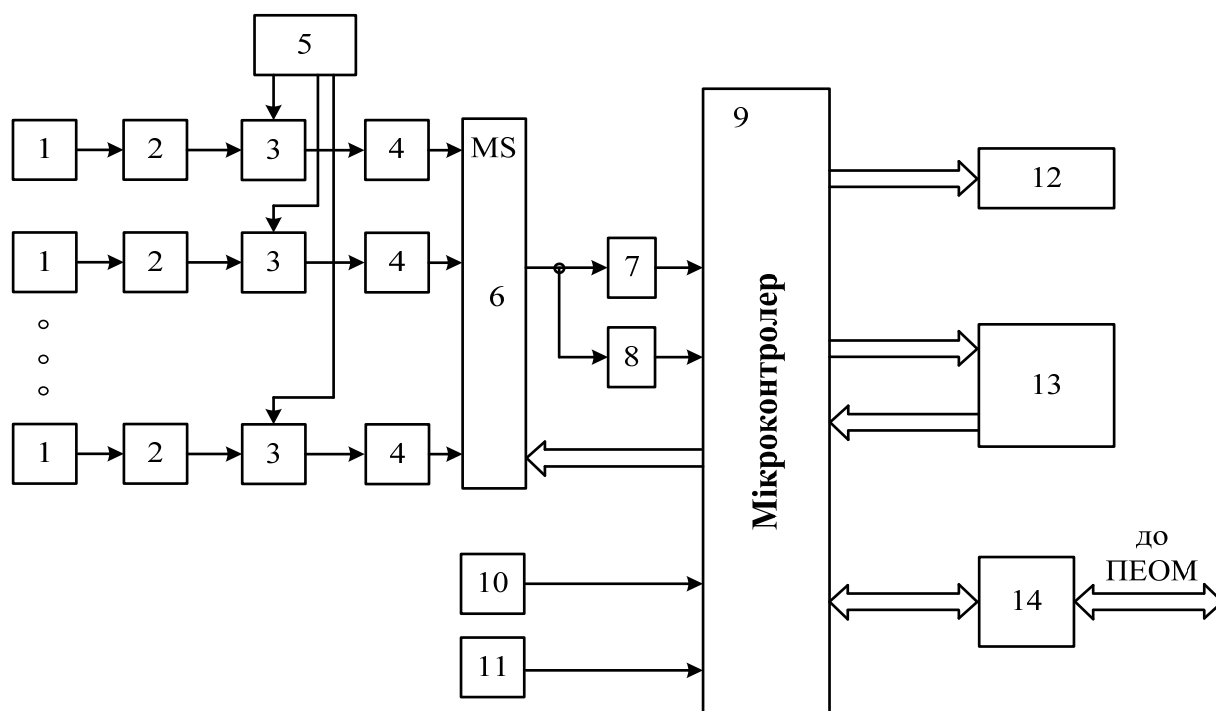


Рис. 1. Структурна схема пристрою діагностування автоматичних АКП ЕП

Мікроконтролер 9 здійснює почергове підключення кожного вимірювального каналу через мультиплексор 6 і відпрацьовує отримані сигнали згідно закладеного алгоритму роботи. Для керування роботою пристрою застосовується клавіатура 13 та матричний програмований індикатор 12. За допомогою перетворювача рівнів сигналів 14 забезпечується зв'язок з ПЕОМ верхнього рівня.

Алгоритм роботи мікропроцесорного пристрою діагностування автоматичних АКП ЕП показано на рис. 2.

Алгоритм роботи пристрою містить такі складові: 1 – початок; 2 – ініціалізація системи; 3, 4, 5 – здійснюють перевірку умов для запуску системи та індикацію стану системи у випадку несправності кіл живлення; 6 – затримка часу на запуск привода; 7, 8 – підключення першого вимірювального каналу та запам'ятовування його адреси; 9 – присвоєння вимірюваному сигналу статусу поточного екстремального; 10 – перевірка умови перевищення поточним екстремальним сигналом рівня граничного поля допуску; 11, 22 – розпізнання знаку сигналу в даному вимірювальному каналі; 12, 13 – індикація несправностей типу const 1 та const 0; 14 – перевірка умови закінчення повного одного циклу сканування вимірювальних каналів; 15 – переключення на наступний вимірювальний канал; 16 – перевірка умови перевищення сигналом в даному вимірювальному каналі записаного поточного екстремального значення сигналу; 17 – забезпечує припинення роботи пристрою при коректному відключенні об'єкта діагностування; 18 – перевірка умови перевищення поточним екстремальним сигналом рівня основного поля допуску, яка визначає необхідність проведення етапу детального аналізу вимірювального каналу, в колі якого був зафіксований максимальний рівень сигналу за повний цикл сканування; 19 – перевірка умови на виявлення збою в роботі об'єкта діагностування; 20 – запам'ятовування кількості збоїв у  $j$ -му вимірювальному каналі; 21 – перевірка умови, яка визначає допустиму кількість збоїв в  $j$ -му вимірювальному каналі; 23, 24 – індикація несправностей типу var (const 1) та var (const 0); 25 – кінець.

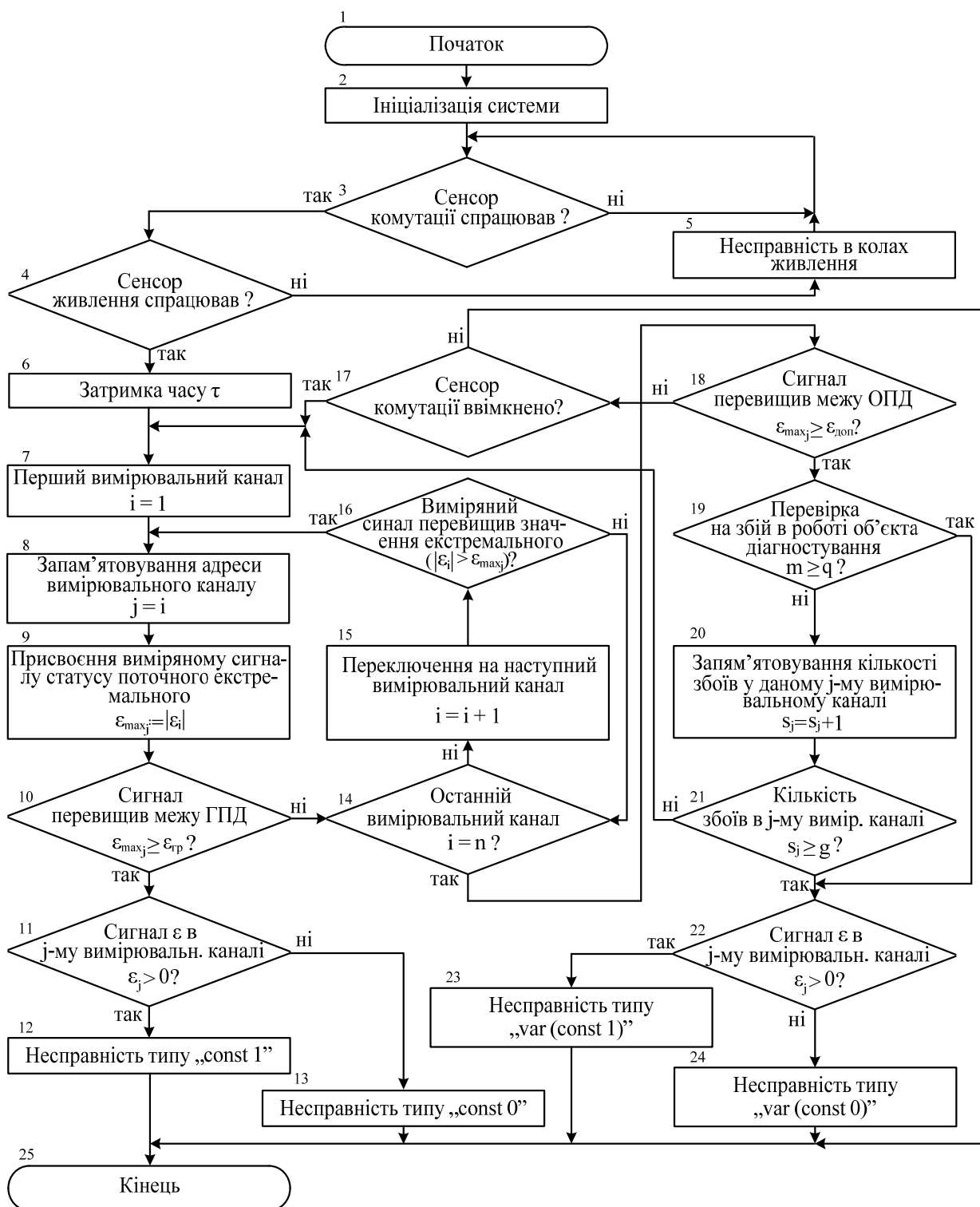


Рис. 2. Алгоритм роботи мікропроцесорного пристрою діагностування автоматичних АКП ЕП

### Висновки

Запропоновано структуру мікропроцесорного пристрою діагностування автоматичних аналогових керувальних пристроїв та алгоритм його роботи. Алгоритм реалізує прискорений пошук вимірювального каналу, в колі якого присутній екстремальний рівень сигналу, а також враховує параметр збоїв по кожному вимірювальному каналу. Це дозволяє підвищити якість діагностування.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Марченко Б. Г. Перспективные подходы к созданию систем диагностики электротехнического оборудования / Б. Г. Марченко, М. В. Мыслович // Техническая электродинамика. — 1997. — № 2. — С. 49—52.
2. Технічне діагностування автоматичних аналогових керуючих пристроїв електропривода : моног. / В. В. Грабко, С. М. Бабій. — Вінниця : ВНТУ, 2010. — 106 с.
3. Праховник А. В. Функціональне діагностування енергоефективності електромеханічних систем з асинхронними двигунами / А. А. Праховник, О. М. Закладний, О. О. Закладний // Електротехнічні та комп'ютерні системи. — 2011. — № 3(79). — С. 375—376.
4. Бабій С. М. Математична модель діагностування автоматичних аналогових керуючих пристроїв електропривода [Електронний ресурс] / С. М. Бабій, О. А. Паянок, О. Д. Фолішняк // Наукові праці Вінницького національного технічного університету. — 2011. — № 2. — Режим доступу до журн. : [http://www.nbu.gov.ua/e-journals/VNTU/2011\\_2/2011-2.files/uk/11smbtd\\_ua.pdf](http://www.nbu.gov.ua/e-journals/VNTU/2011_2/2011-2.files/uk/11smbtd_ua.pdf)
5. Чумаченко І. В., Кошовий М. Д., Лопатин В. В. Мікроконтролерні прилади: структура і використання : навч. посіб. — Харків : Нац. аерокосмічний ун-т «ХАІ», 2001. — 277 с.

Рекомендована кафедрою електричних станцій та систем

Стаття надійшла до редакції 10.02.12  
Рекомендована до друку 14.02.12

**Бабій Сергій Миколайович** — доцент кафедри електромеханічних систем автоматизації в промисловості і на транспорті;

**Петрусь Віталій Володимирович** — старший викладач кафедри теплогазопостачання;

**Паянок Олександр Анатолійович** — доцент кафедри відновлювальної енергетики та транспортних електричних систем і комплексів.

Вінницький національний технічний університет, Вінниця