

Дунаев Михаил Павлович,
д.т.н., профессор, Иркутский национальный исследовательский технический университет,
e-mail: mdunaev10@mail.ru

Дунаев Андрей Михайлович,
ассистент, Иркутский национальный исследовательский технический университет,
e-mail: west-ma@yandex.ru

Дунаева Янина Олеговна,
старший преподаватель, Иркутский государственный университет,
e-mail: jane@buk.irk.ru

АЛГОРИТМ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ТРАНСПОРТНОГО АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА

Dunaev M.P., Dunaev A.M., Dunaeva Y.O.

ALGORITHM FOR DIAGNOSING TRANSPORT ASYNCHRONOUS ELECTRIC DRIVE

Аннотация. Рассмотрен пример алгоритма диагностирования транспортного асинхронного электропривода с преобразователем частоты.

Ключевые слова: алгоритм диагностирования, асинхронный электропривод, преобразователь частоты.

Abstract. An example of an algorithm for diagnosing a transport asynchronous electric drive with a frequency converter is considered.

Keywords: diagnostic algorithm, asynchronous electric drive, frequency converter.

Логические алгоритмы диагностирования [1-3] электрооборудования, занимающие особую позицию среди алгоритмов функционирования автоматизированной подсистемы диагностирования, опираются на функциональную схему электрооборудования и описывают порядок проверок над её блоками [4].

Функциональная схема (ФС) подключения транспортного асинхронного электропривода с преобразователем частоты (ПЧ) представлена на рисунке 1, содержащем следующие условные обозначения:

ВА – вводной автоматический выключатель;

ВУ – входное устройство (входной фильтр или силовой трансформатор);

В – выпрямитель (неуправляемый диодный или управляемый тиристорный);

СФ – сглаживающий фильтр;

АИ – автономный инвертор;

АД – асинхронный двигатель;

БП – блок питания системы управления;

СУ – система управления;

ПУ – панель управления;

$\sim U_c$ – напряжение питающей сети переменного тока;

$U_{вх}$ – входное напряжение силовой схемы преобразователя;

$U_{вых}$ – выходное напряжение преобразователя;

$I_{ад}$ – ток асинхронного двигателя;
 $U_{бп}$ – выходное напряжение блока питания;
 U_y – сигнал задания выходной частоты.

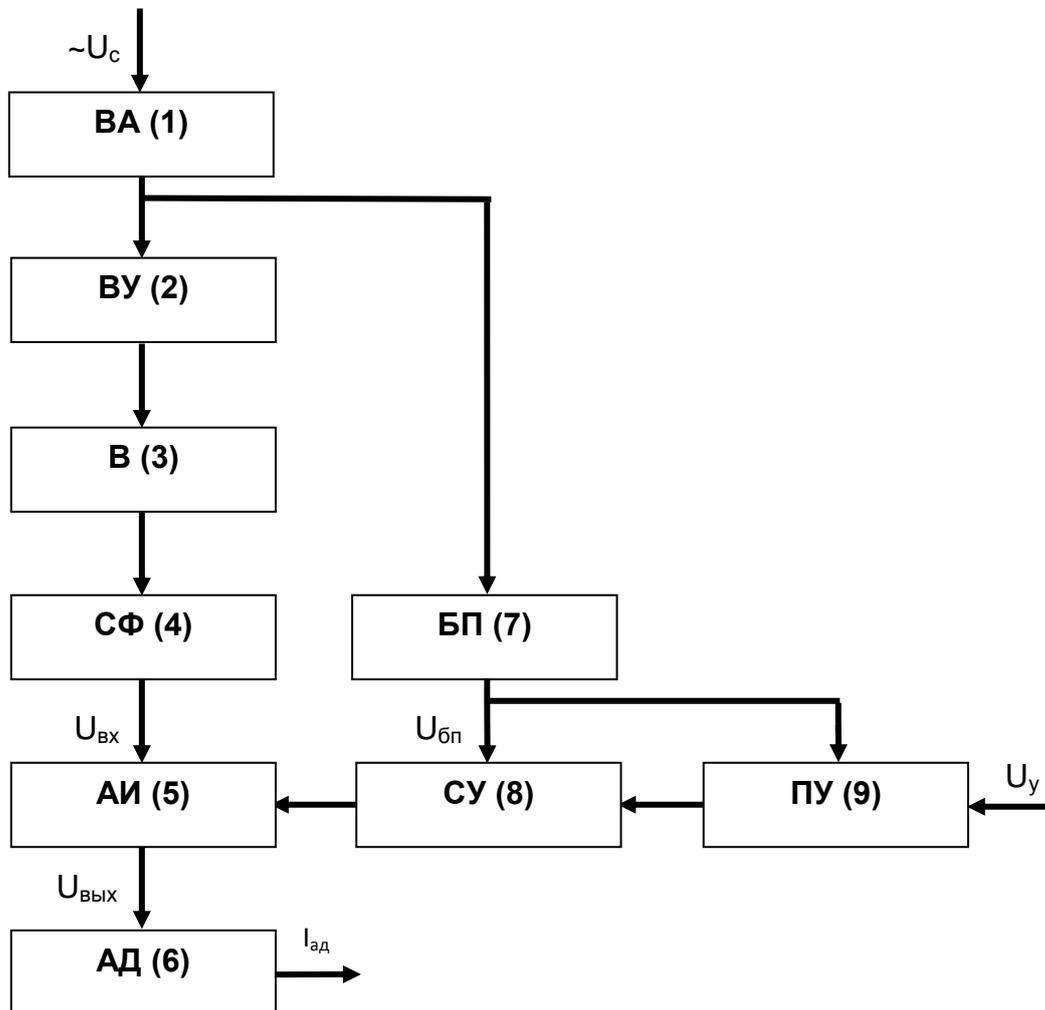


Рисунок 1 – Функциональная схема подключения транспортного асинхронного электропривода с преобразователем частоты

Характеристики технических состояний (ХТС) преобразователя частоты – вес технического состояния $p(e_i)$ и время доступа $t(e_i)$ – определённые как экспертные оценки на основании опыта диагностирования всех возможных неисправностей ПЧ, указаны в таблице 1.

Таблица 1

Характеристики технических состояний ПЧ

| i | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|----------|------|------|------|------|------|------|------|-----|------|
| $p(e_i)$ | 0,01 | 0,04 | 0,05 | 0,02 | 0,4 | 0,1 | 0,14 | 0,2 | 0,04 |
| $t(e_i)$ | 0,05 | 0,05 | 0,1 | 0,02 | 0,07 | 0,06 | 0,05 | 0,5 | 0,1 |

Мерой эффективности логического алгоритма диагностирования является средняя стоимость определения одного технического состояния объекта диагностирования, обозначенная как $C(Z_0, E_T)$, которая может быть найдена по выражению (1):

$$C(Z_0, E_T) = \sum_{i=1}^N [p(e_i) \sum_{k \in L_i} t(e_k)], \quad (1)$$

где Z_0 – первая проверка алгоритма диагностирования;

L_i – ветвь алгоритма диагностирования от проверки Z_0 до проверки Z_i ;

$\sum_{k \in L_i} t(e_k)$ – сумма времён проверок алгоритма диагностирования ветви L_i от проверки Z_0 до проверки Z_i .

Граф нового *MPT-алгоритма* метода поиска по критерию минимума времени первой проверки и с учётом отношений характеристик технических состояний проиллюстрирован рисунком 2. Его первая проверка Z_0 должна обладать наименьшим значением времени проверки $t(e_i)$, а при равенстве значений – контролировать блок, расположенный ближе к центральной части ФС. Указанные правила выбора первой проверки составляют научную новизну данного алгоритма и иных алгоритмов, разработанных авторами. Критерий близости к центральной части функциональной схемы, бывший основным и единственным в классическом методе половинного деления, в новых методах является лишь второстепенным и вспомогательным. Последующие проверки выбираются по мере уменьшения соотношения $p(e_i)/t(e_i)$.

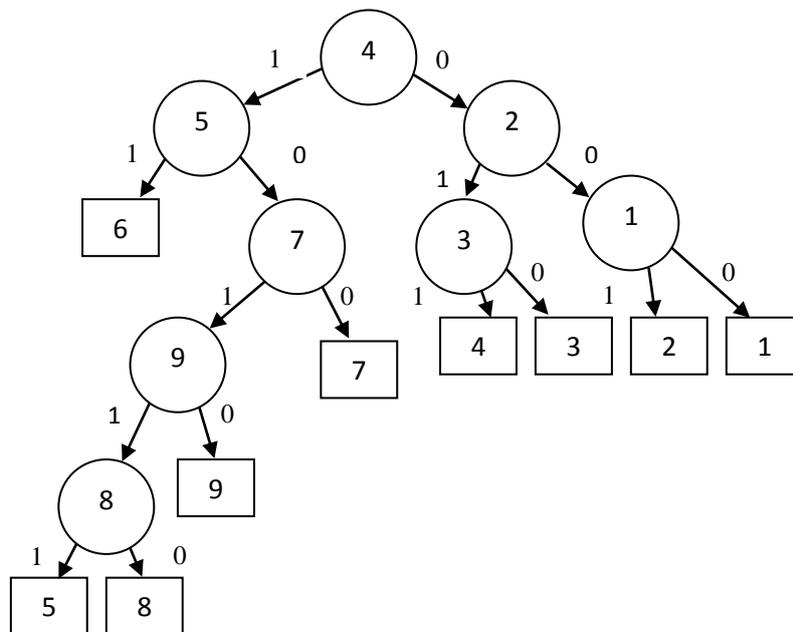


Рисунок 2 – Граф MPT-алгоритма

На рисунке 2 имеют место следующие условные обозначения: круги – элементарные проверки Z_i ($i=1, 2...N$); стрелки – результаты элементарных проверок блоков (1 – исправен, 0 – неисправен); прямоугольники – итоги диагностирования (номера неисправных блоков).

В зависимости от исходов промежуточных проверок, алгоритм диагностирования может содержать от 2 до 5 шагов. Его средняя стоимость, определённая по формуле выражения (1), составляет:

$$C(Z_0, ET) = p(e_4)t(e_4) + p(e_2)[t(e_4)+t(e_2)] + p(e_3)[t(e_4)+t(e_2)+t(e_3)] + p(e_1)[t(e_4)+t(e_2)+t(e_1)] + p(e_5)[t(e_4)+t(e_5)] + p(e_7)[t(e_4)+t(e_5)+t(e_7)] + p(e_9)[t(e_4)+t(e_5)+t(e_7)+t(e_9)] + p(e_8)[t(e_4)+t(e_5)+t(e_7)+t(e_9)+t(e_8)] = 0,2261.$$

В заключение можно сделать следующий вывод: разработан новый логический алгоритм диагностирования электрооборудования (многошаговый алгоритм с учётом характеристик технических состояний), отличающийся от известных алгоритмов правилами выбора первой проверки и значительной эффективностью в применении к транспортному асинхронному электроприводу с преобразователем частоты [5-6]

ЛИТЕРАТУРА

1. Дунаев А.М., Дунаев М.П. Диагностирование электрооборудования на транспорте с использованием интеллектуальных систем // Информационные и математические технологии в науке и управлении. 2020. № 1(17). С. 79-88.
2. Дунаев М.П., Дунаев А.М. Алгоритмы диагностирования преобразователей частоты // Вестник ИрГТУ. 2015. № 2(97). С. 194-198.
3. Дунаев М.П., Дунаев А.М. Новые алгоритмы диагностирования преобразователей частоты // Вестник ИрГТУ. 2016. № 6(113). С. 128-133.
4. Дунаев М.П., Дунаев А.М. Анализ логических алгоритмов методов технической диагностики // Информационные и математические технологии в науке и управлении. 2014. Том 3. С. 34-40.
5. Дунаев М.П., Дунаев А.М., Каргапольцев С.К., Гозбенко В.Е. Метод структурирования базы знаний экспертной системы для диагностирования электрического оборудования // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. 2017. № 1(53). С. 86-89.
6. Дунаев М.П., Дунаев А.М. Экспертная система для диагностирования преобразователя частоты на транспорте // Безопасность регионов – основа устойчивого развития. 2014. № 1. С. 7-11.