

УДК 519.711.3

АЛГОРИТМ ЭКСПЕРТНОЙ ОЦЕНКИ ИСПРАВНОСТИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА УСТАНОВКИ ЭЛЕКТРОННОЛУЧЕВОЙ СВАРКИ

А.В. Хоминич

e-mail: samot@ukr.net

Функционирование АСУ ЭЛС осуществляется при участии оператора - технолога. Задачи по реализации информационных и управляющих функций АСУ разбиты на три группы в соответствии с тремя стадиями технологического процесса: подготовки, сварки, завершения. На стадиях подготовки и завершения отсутствуют жесткие временные ограничения на отработку задач. Все основные расчеты и проверка работоспособности АСУ производятся на стадии подготовки, и в БД заносится информация, прошедшая экспертную оценку и не требующая дополнительной обработки в ходе технологического процесса. Это требует подготовки нескольких вариантов возможных решений задач сварки с использованием различного технологического оборудования энергокомплекса. На стадии сварки экспертная система выдает сообщение оператору-технологу об обнаруженных нарушениях технологического процесса сварки, заносит эту информацию в БД и по его запросу выдает информацию о заданных и текущих значениях энергетических параметрах сварки. Оператор-технолог может задать новое значение какого-либо параметра, рекомендуемого экспертной системой.

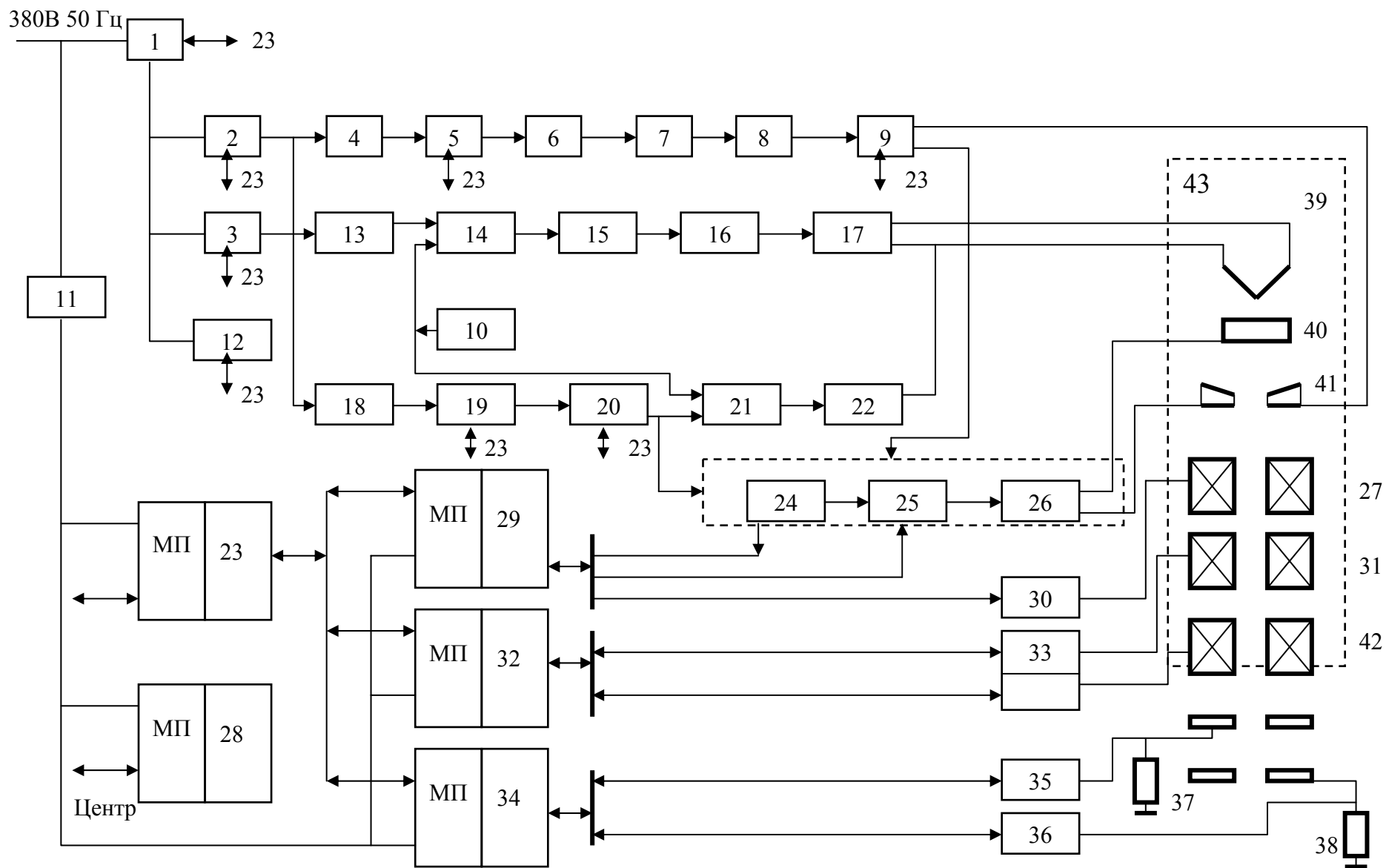
Цель статьи. Разработать алгоритм диагноза технологического оборудования энергокомплекса ЭЛС.

В [1] приведена схема энергокомплекса с промежуточным преобразователем частоты. Эти схемы являются наиболее распространенными и типичными для технологических процессов ЭЛС, так как в них заложены принципы: агрегирования, микропрограммного управления и резервирования. Эти принципы позволяют произвести декомпозицию системы управления на отдельные функциональные модули с взаимным программным резервированием и, в достаточной мере, отвечают задачам создания алгоритмов экспертной системы диагностирования оборудования ЭЛС.

Для типовой схемы энергокомплекса, изображенной на рис.1, разработана логическая модель, учитывающая мультипроцессорную систему управления комплексом. Для этой логической модели построена таблица функций неисправностей (ТФН), представленная в таблице 1. Такой подход позволяет произвести декомпозицию схемы энергокомплекса на отдельные функциональные модули с взаимным программным резервированием.

При этом мощность множества E технического состояния энергокомплекса как объекта диагностирования равна 32. Неисправные состояния обозначаются Q_i , исправное состояние – e . Мощность множества Π возможных элементарных проверок равна числу $h=31$ блоков логической модели и обозначаются символами z_i выходов блоков логической модели. Для заполнения ТФН проанализируем логическую модель энергокомплекса на рис.1 и выпишем функции условий работы его блоков:

$$\begin{aligned} F_1 &= x_1 z_{23-1}; F_2 = z_1 z_{23-2}; F_3 = z_1 z_{23-3}; F_4 = z_2; F_5 = z_4 z_{23-5}; F_6 = z_5; F_7 = z_6; F_8 = z_7; F_{9-1} = z_8 z_{23-9}; F_{9-2} = z_8 z_{23-9}; F_{10} = x_{10}; F_{11} = x_1 z_{23-11}; F_{12} = z_1 z_{23-12}; F_{13} = z_3; F_{14} = z_{10} z_{13}; F_{15} = z_{14}; F_{16} = z_{15}; F_{17} = z_{16}; F_{18} = z_3; F_{19} = z_{18} z_{23-19}; F_{20} = z_{19} z_{23-20}; F_{21} = z_{10} z_{20}; F_{22-1} = z_{21}; F_{22-2} = z_{21}; F_{26-1} = z_{9-2} z_{20} z_{29-2}; F_{26-2} = z_{9-2} z_{20} z_{29-1}; F_{30} = z_{29-3}; F_{33-1} = z_{32-1}; F_{33-2} = z_{32-2}; F_{35} = x_{35}; F_{36} = x_{36}. \end{aligned} \quad (1)$$



Таблиця 1

R	E																																			
	e	Q ₁	Q ₂	Q ₃	Q ₄	Q ₅	Q ₆	Q ₇	Q ₈	Q ₉₋₁	Q ₉₋₂	Q ₁₀	Q ₁₁	Q ₁₂	Q ₁₃	Q ₁₄	Q ₁₅	Q ₁₆	Q ₁₇	Q ₁₈	Q ₁₉	Q ₂₀	Q ₂₁	Q ₂₂₋₁	Q ₂₂₋₂	Q ₂₆₋₁	Q ₂₆₋₂	Q ₃₀	Q ₃₃₋₁	Q ₃₃₋₂	Q ₃₅	Q ₃₆				
z ₁	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
z ₂	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
z ₃	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
z ₄	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
z ₅	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
z ₆	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
z ₇	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
z ₈	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
z ₉₋₁	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
z ₉₋₂	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
z ₁₀	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
z ₁₁	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
z ₁₂	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
z ₁₃	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
z ₁₄	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
z ₁₅	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
z ₁₆	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
z ₁₇	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
z ₁₈	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
z ₁₉	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
z ₂₀	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
z ₂₁	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
z ₂₂₋₁	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
z ₂₂₋₂	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1			
z ₂₆₋₁	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1			
z ₂₆₋₂	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1			
z ₃₀	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1			
z ₃₃₋₁	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1			
z ₃₃₋₂	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1			
z ₃₅	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1			
z ₃₆	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0			

Используя (1) составим равенства для значений выходов блоков:

$$\begin{aligned} z_1 &= Q_1 \times z_{23-1}; \quad z_2 = Q_2 \times z_{23-2}; \quad z_3 = Q_3 \times z_{23-3}; \quad z_4 = Q_4 \times z_2; \quad z_5 = Q_5 \times z_{23-5}; \quad z_6 = Q_6 \times z_5; \quad z_7 = Q_7 \times z_6; \\ z_8 &= Q_8 \times z_7; \quad z_{9-1} = Q_{9-1} \times z_{23-9}; \quad z_{9-2} = Q_{9-2} \times z_{23-9}; \quad z_{10} = Q_{10} \times z_{10}; \quad z_{11} = Q_{11} \times z_{23-11}; \quad z_{12} = Q_{12} \times z_{23-12}; \\ z_{13} &= Q_{13} \times z_3; \quad z_{14} = Q_{14} \times z_{10} \times z_{13}; \quad z_{15} = Q_{15} \times z_{14}; \quad z_{16} = Q_{16} \times z_{15}; \quad z_{17} = Q_{17} \times z_{16}; \quad z_{18} = Q_{18} \times z_3; \quad z_{19} = Q_{19} \times z_{18} \times z_{23-19}; \\ z_{20} &= Q_{20} \times z_{19} \times z_{23-20}; \quad z_{21} = Q_{21} \times z_{10} \times z_{20}; \quad z_{22-1} = Q_{22-1} \times z_{21}; \quad z_{22-2} = Q_{22-2} \times z_{21}; \quad z_{26-1} = Q_{26-1} \times z_{9-2} \times z_{20} \times z_{29-2}; \\ z_{26-2} &= Q_{26-2} \times z_{9-2} \times z_{20} \times z_{29-1}; \quad z_{30} = Q_{30} \times z_{29-3}; \quad z_{33-1} = Q_{33-1} \times z_{32-1}; \quad z_{33-2} = Q_{33-2} \times z_{32-2}; \quad z_{35} = Q_{35} \times z_{35}; \quad z_{36} = Q_{36} \times z_{36}. \end{aligned} \quad (2)$$

Используя систему равенств (2) заполним клетки ТФН в табл.1. Содержимым клетки ij ТФН является значения выхода z_i для Q_i -го технического состояния энергокомплекса.

Построенная ТФН не имеет одинаковых строк и таблиц, поэтому можно получить минимальную проверяющую совокупность контрольных точек, которые могут содержать только часть внешних выходов логической модели.

Построение алгоритма проверки правильности функционирования, работоспособности или исправности энергокомплекса состоит в выборе такой совокупности строк табл.1, которая содержала бы по одному нулю в каждом столбце. При этом алгоритм правильности функционирования это минимальная проверяющая совокупность, так как требует контроля наименьшего числа выходов блоков модели и содержит двенадцать строк:

$$T = z_{9-1} z_{12} z_{17} z_{22-1} z_{22-2} z_{26-1} z_{26-2} z_{30} z_{33-1} z_{33-2} z_{35} \quad (3)$$

Истинность полученной минимальной проверяющей совокупности выходов блоков является необходимым и достаточным условием исправности энергокомплекса.

Литература

1. Шелягин В.Д. и др. Управление энергетическим комплексом для ЭЛС с применением микропроцессоров. //Автоматическое управление технологическим процессом ЭЛС. – 1987.- С.5-14.
2. Литвинов В.В., Казимир В.В., Хоминич А.В. Программные структуры экспертных систем в системах диагностики установок ЭЛС. //ММС.-2005. - №3.- С.166-179.
3. Хоминич А.В. Применение интегрированной экспертной системы в АСУ установки ЭЛС.//СППР.- 2006. –С.145-147.