

*Хабдуллина З.К.*

**СОЗДАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ СИСТЕМЫ КЛАССИФИКАЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ И ГОРНОРУДНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

*Z.K. Habdullina*

**CREATING A MATHEMATICAL MODEL FOR THE CLASSIFICATION OF INDUSTRIAL MINING AND PLANT**

УДК: 532-521/8

*Приведен анализ систем моделирования объектов. Показаны принципы моделирования систем электроснабжения промышленных предприятий. Разработана математическая модель для системы управления объектами электроснабжения.*

*The analysis of objects 'simulation systems is provided. The principles of modeling industry electrical power systems are presented. The mathematical model for the control of the electrical power system objects is developed*

При построении модели сложного объекта (явления, процесса), выделяют составляющие элементы, проводят системный анализ и переводят структуру в простую форму, применяют соответствующий математический аппарат. Разработанная система управления объектами электроснабжения промышленного и горнорудного комплекса представлена на рисунке 1.

Целью данной работы является возможность показать процедуру описания математической моделью разработанную систему классификации управления объектами промышленного и горнорудного комплекса.

Для разработки математической модели системы управления объектами используем метод граф-схем алгоритмов. Составляем упрощенный алгоритм функционирования системы управления объектами электроснабжения. На основе этого алгоритма строим граф-схему алгоритма, которому соответствует граф автомата. По графу автомата составляем структурную таблицу переходов автомата Мили системы управления объектами электроснабжения (таблица 1).

В каждой строке таблицы записываются состояние  $a_m$ , из которого осуществляется переход в автомате; состояние  $a_s$ , в которое переходит автомат из состояния  $a_m$ ;  $X(a_m, a_s)$ ,  $Y(a_m, a_s)$  - входной и выходной сигналы на переходе  $(a_m, a_s)$ .

Если на переходе  $(a_m, a_s)$  выдается множество выходных сигналов  $Y(a_m, a_s) = \{Y_1(a_m, a_s), \dots, Y_j(a_m, a_s), \dots, Y_l(a_m, a_s)\}$  под действием множества входных сигналов  $X_{j1}(a_m, a_s), \dots, X_{jh}(a_m, a_s), \dots, X_{jH}(a_m, a_s)$ , то в таблице последовательно перечисляются все пути перехода. Записываются коды исходного состояния  $K(a_m) = (\tau_{m1}, \dots, \tau_{ml})$ ; состояния перехода  $K(a_s) = (\tau_{s1}, \dots, \tau_{sl})$ , представляющих собой набор состояний элементарных элементов памяти микропрограммного автомата;  $\tilde{F}(a_m, a_s)$  - множество обязательных функций возбуждения, изменяющих состояние элементов памяти и вырабатываемых на переходе  $(a_m, a_s)$ .

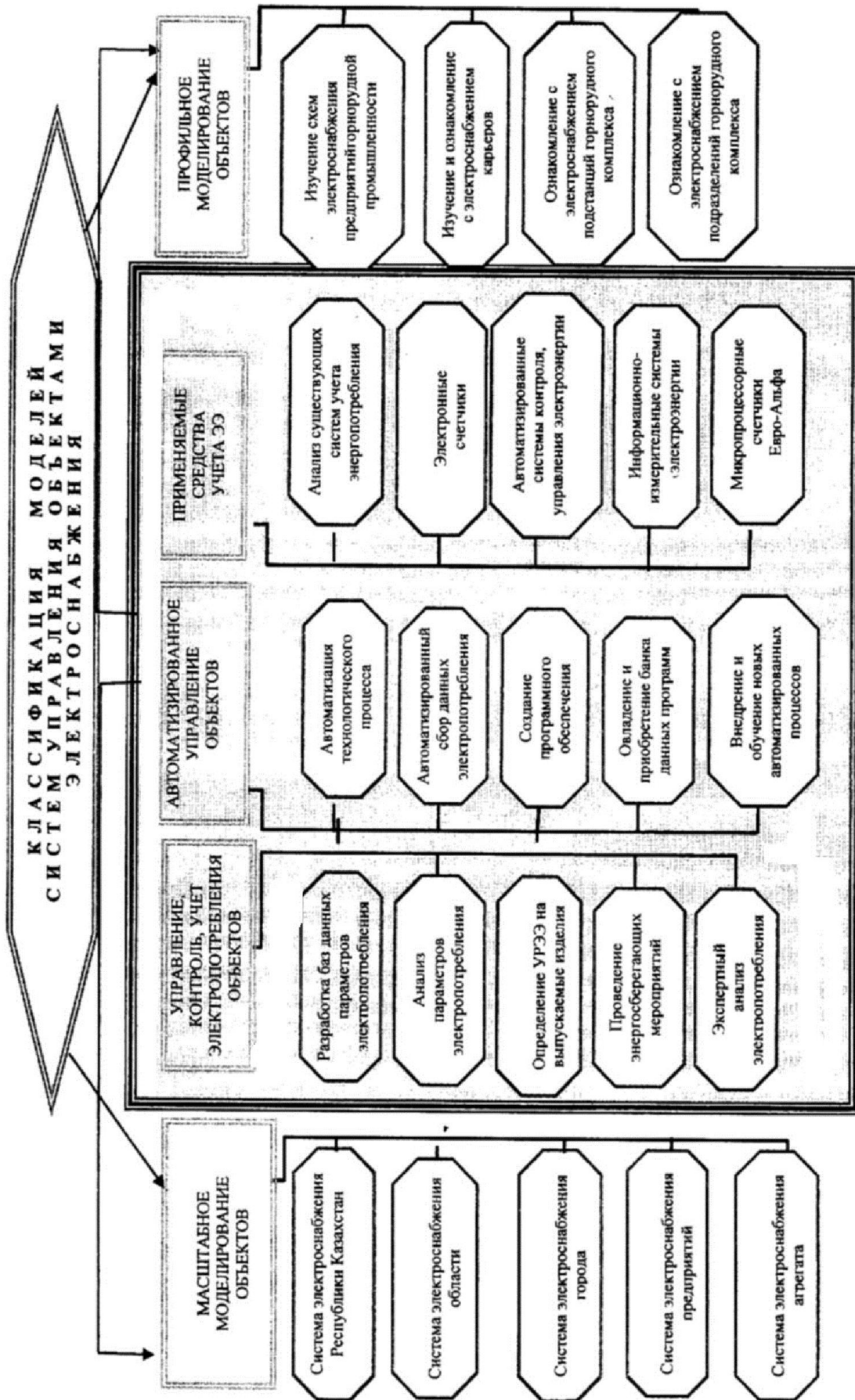


Рис. 1 – Классификация моделей систем управления объектами электроснабжения промышленного и горнотехнического направления.

Для выходных сигналов для граф – схемы получена система булевых уравнений логических функций которая представлена уравнением 1.

$$Y_i = \bar{\tau}_1 \cdot \bar{\tau}_2 \cdot \bar{\tau}_3 \cdot \bar{\tau}_4 \cdot X_{i-1}; i=2...16 \quad (1)$$

Система булевых уравнений логических функций возбуждения определена формулой 2:

$$\begin{aligned} \varphi_1 &= y_1 \cdot V y_8 \cdot V \tau_1 \cdot \bar{\tau}_3 \cdot V \tau_1 \cdot \bar{\tau}_3 \cdot \bar{\tau}_4 \cdot V y_{16}; \\ \varphi_2 &= y_4 \cdot V y_1 \cdot V \tau_2 \cdot \bar{\tau}_3 \cdot V \tau_2 \cdot \bar{\tau}_3 \cdot \bar{\tau}_4 \cdot V y_8 \cdot V y_{12} \cdot V y_{16}; \\ \varphi_3 &= y_2 \cdot V y_4 \cdot V \tau_2 \cdot V y_6 \cdot V y_8 \cdot V y_{10} \cdot V y_{12} \cdot V y_{14} \cdot V y_{16} \cdot V \tau_3 \cdot \bar{\tau}_4; \\ \varphi_4 &= V \bar{\tau}_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \bar{\tau}_4 \cdot V \bar{\tau}_1 \cdot \bar{\tau}_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \bar{\tau}_4 \cdot \bar{x}_1 V \bar{\tau}_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \bar{\tau}_4 \cdot \bar{x}_2 V \bar{\tau}_1 \cdot \\ &\quad \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \bar{\tau}_4 \cdot \bar{x}_3 V \bar{\tau}_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \bar{\tau}_4 \cdot \bar{x}_4 V \bar{\tau}_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \bar{\tau}_4 \cdot \bar{x}_5 V \bar{\tau}_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \bar{\tau}_4 \cdot \\ &\quad \cdot \bar{x}_6 V \bar{\tau}_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \bar{\tau}_4 \cdot \bar{x}_7 V \bar{\tau}_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \bar{\tau}_4 \cdot \bar{x}_8 V \bar{\tau}_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \bar{\tau}_4 \cdot \bar{x}_9 V \bar{\tau}_1 \cdot \tau_2 \cdot \\ &\quad \cdot \tau_3 \cdot \bar{\tau}_4 \cdot \bar{x}_{10} V \bar{\tau}_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \bar{\tau}_4 \cdot \bar{x}_{11} V \bar{\tau}_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \bar{\tau}_4 \cdot \bar{x}_{12} V \bar{\tau}_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \bar{\tau}_4 \cdot \\ &\quad \cdot \bar{x}_{13} V \bar{\tau}_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \bar{\tau}_4 \cdot \bar{x}_{14} V \bar{\tau}_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \bar{\tau}_4 \cdot \bar{x}_{15}; \end{aligned} \quad (2)$$

Структурная таблица переходов автомата Мили устройства автоматического определения параметров системы управления энергопотреблением горнотехнического колмплекса составляется по графу автомата (таблица 1).

На основании таблицы 1 составляется таблица истинности (таблица 2). В правой части приведены варианты входящих сигналов шифратора) –  $X_0 \div X_{15}$ , в левой части приведены варианты выходных сигналов дешифратора –  $Y_0 \div Y_{15}$ .

Сигналы на выходах дешифратора появляются при определенном наборе «0» и «1» на входе шифратора, это так называемая операция конъюнкция. Система булевых уравнений выходов дешифратора представлена уравнением (3):

$$\bar{Y}_i = X_1 \cdot \dots \cdot X_{15-i} \cdot \bar{X}_{16-2} \cdot X_{15}, \text{ где } i = 1, 2, 3, \dots, 15 \quad (3)$$

где  $i = 1, 2, 3, \dots, 15$  управляющего микропрограммного автомата Мили системы управления электропотреблением.

Сигналы с фазового сдвига и соответствующего выхода дешифратора поступают на элементы и с инвертирующими входами, выходы которых через блоки гальванической развязки подключены к исполнительным органам отходящих линий.

Сигнал на выходе из элементов с инвертирующими входами дает команду на отключение выражением (4).

$$F = f_1 V f_2 V f_3 V f_4 V f_5 V f_6 V f_7 V f_8 V f_9 V f_{10} V f_{11} V f_{12} V f_{13} V f_{14} V f_{15} \quad (4)$$

где  $f_1 \div f_{14}$  - выходы элементы с инвертирующими входами

Таблица 1

Структурная таблица переходов модели управляющего микропрограммного автомата Мили устройства определение системы управления объектами электроснабжения.

$a_m$	$K(a_m)$	$a_s$	$K(a_s)$	$x(a_{m1} a_s)$	$y(a_{m1} a_s)$	$F(a_{m1} a_s)$
$a_1$	0000	$a_2$	0001	1	$y_1$	$\varphi_4$
$a_2$	0001	$a_3$	0010	$x_1$	$y_2$	$\varphi_3$
		$a_2$	0001	$\bar{x}_1$		$\varphi_4$
$a_3$	0010	$a_4$	0011	$x_2$	$y_3$	$\varphi_3, \varphi_4$
		$a_3$	0010	$\bar{x}_2$		$\varphi_3$
$a_4$	0011	$a_5$	0100	$x_3$	$y_4$	$\varphi_2$
		$a_4$	0011	$\bar{x}_3$		$\varphi_3, \varphi_4$
$a_5$	0100	$a_6$	0101	$x_4$	$y_5$	$\varphi_2, \varphi_4$
		$a_5$	0100	$\bar{x}_4$		$\varphi_2$
$a_6$	0101	$a_7$	0110	$x_5$	$y_6$	$\varphi_2, \varphi_3$
		$a_6$	0101	$\bar{x}_4$		$\varphi_2, \varphi_4$
$a_7$	0110	$a_8$	0111	$x_6$	$y_7$	$\varphi_2, \varphi_3, \varphi_4$
		$a_7$	0110	$\bar{x}_6$		$\varphi_2, \varphi_3$

Для выходных сигналов для граф – схемы получена система булевых уравнений логических функций которая представлена уравнением 1.

$$Y_i = \bar{\tau}_1 \cdot \bar{\tau}_2 \cdot \bar{\tau}_3 \cdot \bar{\tau}_4 \cdot X_{i-1} \quad i=2, \dots, 16 \quad (1)$$

Система булевых уравнений логических функций возбуждения определена формулой 2:

$$\begin{aligned} \varphi_1 &= y_1 \cdot V y_8 \cdot V \tau_1 \cdot \bar{\tau}_3 \cdot V \tau_1 \cdot \bar{\tau}_3 \cdot \bar{\tau}_4 \cdot V y_{16}; \\ \varphi_2 &= y_4 \cdot V y_1 \cdot V \tau_2 \cdot \bar{\tau}_3 \cdot V \tau_2 \cdot \bar{\tau}_3 \cdot \bar{\tau}_4 \cdot V y_8 \cdot V y_{12} \cdot V y_{16}; \\ \varphi_3 &= y_2 \cdot V y_4 \cdot V \tau_2 \cdot V y_6 \cdot V y_8 \cdot V y_{10} \cdot V y_{12} \cdot V y_{14} \cdot V y_{16} \cdot V \tau_3 \cdot \bar{\tau}_4; \quad (2) \\ \varphi_4 &= V \bar{\tau}_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \bar{\tau}_4 \cdot V \bar{\tau}_1 \cdot \bar{\tau}_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \bar{\tau}_4 \cdot \bar{x}_1 V \bar{\tau}_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \bar{\tau}_4 \cdot \bar{x}_2 V \bar{\tau}_1 \cdot \\ &\quad \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \bar{\tau}_4 \cdot \bar{x}_3 V \bar{\tau}_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \bar{\tau}_4 \cdot \bar{x}_4 V \bar{\tau}_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \bar{\tau}_4 \cdot \bar{x}_5 V \bar{\tau}_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \bar{\tau}_4 \cdot \\ &\quad \cdot \bar{x}_6 V \bar{\tau}_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \bar{\tau}_4 \cdot \bar{x}_7 V \bar{\tau}_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \bar{\tau}_4 \cdot \bar{x}_8 V \bar{\tau}_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \bar{\tau}_4 \cdot \bar{x}_9 V \bar{\tau}_1 \cdot \tau_2 \cdot \\ &\quad \cdot \tau_3 \cdot \bar{\tau}_4 \cdot \bar{x}_{10} V \bar{\tau}_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \bar{\tau}_4 \cdot \bar{x}_{11} V \bar{\tau}_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \bar{\tau}_4 \cdot \bar{x}_{12} V \bar{\tau}_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \bar{\tau}_4 \cdot \\ &\quad \cdot \bar{x}_{13} V \bar{\tau}_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \bar{\tau}_4 \cdot \bar{x}_{14} V \bar{\tau}_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \bar{\tau}_4 \cdot \bar{x}_{15}; \end{aligned}$$

Структурная таблица переходов автомата Мили устройства автоматического определения параметров системы управления энергопотреблением горнотехнического колмплекса составляется по графу автомата (таблица 1).

На основании таблицы 1 составляется таблица истинности (таблица 2). В правой части приведены варианты входящих сигналов шифратора) –  $X_0 \div X_{15}$ , в левой части приведены варианты выходных сигналов дешифратора –  $Y_0 \div Y_{15}$ .

Сигналы на выходах дешифратора появляются при определенном наборе «0» и «1» на входе шифратора, это так называемая операция конъюнкция. Система булевых уравнений выходов дешифратора представлена уравнением (3):

$$\bar{Y}_i = X_1 \cdot \dots \cdot X_{i-1} \cdot \bar{X}_{i-2} \cdot X_{15} \quad , \text{ где } i = 1, 2, 3, \dots, 15 \quad (3)$$

где  $i = 1, 2, 3, \dots, 15$  управляющего микропрограммного автомата Мили системы управления электропотреблением.

Сигналы с фазового сдвига и соответствующего выхода дешифратора поступают на элементы и с инвертирующими входами, выходы которых через блоки гальванической развязки подключены к исполнительным органам отходящих линий.

Сигнал на выходе из элементов с инвертирующими входами дает команду на отключение выражением (4).

$$F = f_1 V f_2 V f_3 V f_4 V f_5 V f_6 V f_7 V f_8 V f_9 V f_{10} V f_{11} V f_{12} V f_{13} V f_{14} V f_{15} \quad (4)$$

где  $f_1 \div f_{14}$  - выходы элементы с инвертирующими входами

Таблица 1

Структурная таблица переходов модели управляющего микропрограммного автомата Мили устройства определение системы управления объектами электроснабжения.

$a_m$	$K(a_m)$	$a_5$	$K(a_5)$	$x(a_{m1} a_5)$	$y(a_{m1} a_5)$	$F(a_{m1} a_5)$
$a_1$	0000	$a_2$	0001	1	$y_1$	$\varphi_4$
$a_2$	0001	$a_3$	0010	$x_1$	$y_2$	$\varphi_3$
		$a_2$	0001	$\bar{X}_1$		$\varphi_4$
$a_3$	0010	$a_4$	0011	$x_2$	$y_3$	$\varphi_3, \varphi_4$
		$a_3$	0010	$\bar{X}_2$		$\varphi_3$
$a_4$	0011	$a_5$	0100	$x_3$	$y_4$	$\varphi_2$
		$a_4$	0011	$\bar{X}_3$		$\varphi_3, \varphi_4$
$a_5$	0100	$a_6$	0101	$x_4$	$y_5$	$\varphi_2, \varphi_4$
		$a_5$	0100	$\bar{X}_4$		$\varphi_2$
$a_6$	0101	$a_7$	0110	$x_5$	$y_6$	$\varphi_2, \varphi_3$
		$a_6$	0101	$\bar{X}_4$		$\varphi_2, \varphi_4$
$a_7$	0110	$a_8$	0111	$x_6$	$y_7$	$\varphi_2, \varphi_3, \varphi_4$
		$a_7$	0110	$\bar{X}_6$		$\varphi_2, \varphi_3$

$$f = \bar{y} \cdot \bar{x} \Rightarrow \quad (5)$$

На каждом выходе элемента с инвертирующими входами появится сигнал «1», только в том случае, если конъюнкция сигнала  $y$  и  $x$  будет «1», то есть тогда общее уравнение выхода элементов с инвертирующими входами определяется выражением:

$$F = \sum_{i=1}^{15} \bar{y}_i \cdot \bar{x}_i, \text{ где } i=1 \dots 15 \quad (6)$$

**Вывод:** На основе приведенных исследований получена информационная модель для системы управления объектами промышленного и горнорудного комплекса с использованием метода граф-схем алгоритмов.

**Библиографический список:**

1. Хабдуллина З.К. Моделирование системы электроснабжения горнорудных и промышленных предприятий. /Учебное пособие. - Магнитогорск, 2008, 186с.
2. Хабдуллина З.К. Разработка математической модели системы управления объектами электроснабжения. / Научно-практический журнал Электрооборудование: эксплуатация и ремонт, №7, 2010. - с. 34-40.

**Рецензент: д.т.н., профессор Олейник А.И.**

---