

# НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

ПАВЛОДАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ.С.ТОРАЙГЫРОВА



1 '2003



**ПГУ хабаршысы**  
**Вестник ПГУ**

---

---

С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік  
университетінің ғылыми журналы  
Научный журнал Павлодарского государственного  
университета им. С. Торайғырова

---

1997 жылы құрылған  
Основан в 1997 г.

# ПМУ ХАБАРШЫСЫ ВЕСТНИК ПГУ



---

---

**1**2003

С. Торайғыров  
атындағы ПМУ-дің  
академик С.Бидікәліев  
атындағы ғылыми  
КІТАПХАНАСЫ

**СВИДЕТЕЛЬСТВО**

о постановке на учет средства массовой информации

№ 1961-Ж

выдано Министерством культуры, информации и общественного согласия

Республики Казахстан

2 мая 2001 года

---

---

**РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ**

Арын Е.М., д-р экон. наук, проф. (главный редактор)  
Тлеукиенов С.К., д-р физ.-мат. наук, проф. (зам. гл. редактора)  
Биболов Ш.К., канд. физ.-мат. наук (отв. секретарь).

**Члены редакционной коллегии**

Алдабергенов К.М., д-р истор. наук, проф.,  
Артыкбаев Ж.О., д-р истор. наук, проф.,  
Бойко Ф.К., д-р техн. наук, проф.,  
Бейсембаев Е.А. д-р мед. наук, проф.,  
Глазырин А.И., д-р техн. наук, проф.,  
Джунусова Ж.К., политолог. наук, проф.,  
Жусип К.П., д-р филол. наук, проф.,  
Кажымурат К., д-р экон. наук, проф.,  
Касенов Б.К., д-р хим. наук, проф.,  
Катков А.Л., д-р мед. наук, проф.,  
Марданов К., д-р филос. наук, проф.,  
Машан М., политолог. наук, проф.,  
Мурзагулова К.Б., д-р хим. наук, проф.,  
Нухулы А., д-р хим. наук, проф.,  
Панин В.Я., д-р биол. наук, проф.,  
Прозорова Т.А., д-р биол. наук, проф.,  
Пфейфер Н.Э., д-р пед. наук, проф.,  
Сабитов М.С., д-р филос. наук, проф.,  
Сарыбеков М.Н., д-р пед. наук, проф.,  
Сатова Р.К., д-р экон. наук, проф.,  
Сальников В.Г., д-р техн. наук, проф.,  
Силин А.Н., д-р социол. наук, проф.,  
Утегулов Б.Б., д-р техн. наук, проф.,  
Хасанулы Б., д-р филол. наук, проф.,  
Шаймарданов Ж.К., д-р биол. наук, проф.,  
Шеломенцева В.П., д-р социол. наук, доцент,  
Сейтахметова Г.Н. (тех. секретарь).

---

---

За достоверность материалов и рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели  
Мнение авторов публикаций не всегда совпадает с мнением редакции  
Редакция оставляет за собой право на отклонение материалов  
Рукописи и диски не возвращаются  
При использовании материалов журнала ссылка на «Вестник ПГУ» обязательна.

Теруге 25.01.2003 ж. жіберілді. Басуға 25.02.2003 ж. кол  
қойылды. Форматы 70x100 1/16. Кітап-журнал қағазы.  
Көлемі 13,33 шартты б.т. Таралымы 300 дана. Бағасы  
келісім бойынша. Компьютерге терген Терновая Г.Г.  
Заказ № Д-17.

Сдано в набор 25.01.2003 г. Подписано в печать 25.02.2003 г.  
Формат 70x100 1/16. Бумага книжно-журнальная.  
Объем 13,33 уч.-изд. л Тираж 300 экз. Цена договорная.  
Компьютерная верстка Терновая Г.Г. Заказ № Д-17.

Научный издательский центр Павлодарского государственного университета  
им. С. Торайгырова  
637000, г. Павлодар, ул. Ломова 64.

# РАЗРАБОТКА УПРАВЛЯЮЩЕГО МИКРОПРОГРАММНОГО АВТОМАТА МУРА УСТРОЙСТВА АВТОМАТИЧЕСКОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТОКА ОДНОФАЗНОГО ЗАМЫКАНИЯ НА ЗЕМЛЮ В ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ НАПРЯЖЕНИЕМ 6-10 КВ

*Б.Б. Утегулов, А.М. Шинтемиров*

*Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова*

*6-10 кВ кернеулі электр торалтарындағы жерге бір фазалық тұйықталу тогы автоматтық анықтау құрылғысын математикалық әлптеу жасау үшін автоматтар теориясын қолдану көрсетілген. Бұл құрылғының микропрограммалық Мур басқару автоматы құрастырылған.*

*Показано применение теории автоматов для математического описания устройства автоматического определения тока однофазного замыкания на землю в электрической сети напряжением 6-10 кВ. Разработан управляющий микропрограммный автомат Мура данного устройства.*

*Application of the theory of automats for the mathematical description of the device of automatic definition of a current of single-phase short circuit on the ground in an electric network of 6 - 10 kV voltage is shown. Managing microprogram Moore automat of the given device is developed.*

В данной работе осуществлен синтез управляющего микропрограммного автомата Мура устройства, реализующего способ автоматического определения тока однофазного замыкания на землю в электрической сети с изолированной нейтралью напряжением 6-10 кВ [1].

Анализ методов математического моделирования цифровых вычислительных машин показал, что наиболее эффективными являются методы теории автоматов, позволяющие синтезировать достаточно сложные цифровые вычислительные устройства для определенных прикладных задач.

Математической моделью любого цифрового устройства является абстрактный автомат, который задается множеством из шести элементов [2]:

$$S = \{A, Z, W, \delta, \lambda, a_1\}, \quad (1)$$

где  $A = \{a_1, \dots, a_m, \dots, a_M\}$  – множество состояний (алфавит состояний);

$Z = \{z_1, \dots, z_f, \dots, z_F\}$  – множество входных сигналов (входной алфавит);

$W = \{w_1, \dots, w_g, \dots, w_G\}$  – множество выходных сигналов (выходной алфавит);

$\delta$  – функция переходов, реализующая отображение множества  $D_\delta \subseteq A \times Z$   
в  $A$   $[a_s = \delta(a_m, z_f)]$   $a_s \in A$ ;

$\lambda$  – функция выходов, реализующая отображение множества  $D_\lambda \subseteq A \times Z$   
на  $W$   $[w_g = \lambda(a_m, z_f)]$ ;

$a_1 \in A$  – начальное состояние автомата.

Наибольшее распространение на практике получили модели автомата Мили и автомата Мура [2].

Закон функционирования автомата Мура задается уравнениями:

$$\begin{aligned} a(t+1) &= \delta[a(t), z(t)] \\ w(t) &= \lambda[a(t)] \\ t &= 0, 1, 2, \dots, n. \end{aligned} \quad (2)$$

Наиболее оптимальным при синтезе цифровых автоматов считается представление любого цифрового устройства обработки информации в виде двух функционально связанных частей: операционного автомата и управляющего автомата [3].

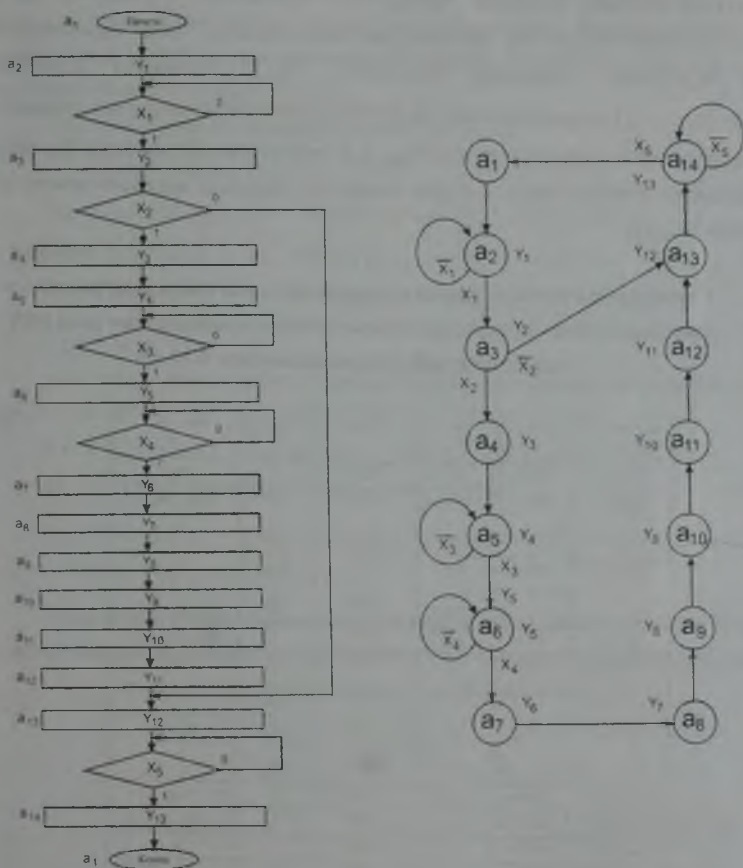
По результатам анализа методов структурного синтеза автоматов для описания математической модели принят метод граф-схем алгоритмов.

Синтез микропрограммного автомата Мура заключается по граф-схеме алгоритма заключается в получении отмеченной ГСА и построении графа автомата. На этапе получения отмеченной ГСА начальная, конечная и операторные вершины отмечаются символами  $a_1, \dots, a_m$  по следующим правилам [4]:

- символом  $a_1$  отмечаются начальная и конечная вершины;
- различные операторные вершины отмечаются различными символами;
- все операторные вершины должны быть отмечены.

Отметкам состояний ставится в соответствие вершины графа автомата Мура. Каждому пути перехода вида  $a_i x_{i1}^{c_{i1}} \dots x_{iR}^{c_{iR}} a_j$  ставится в соответствие переход в графе автомата Мура из состояния  $a_i$  в состояние  $a_j$ . Случай  $R = 0$  соответствует переходу в графе автомата Мура под действием входного сигнала  $X(a_i, a_j) = 1$  отмеченная граф-схема алгоритма и граф управляющего микропрограммного автомата Мили устройства автоматического определения тока ОЗЗ в электрической сети напряжением 6-10 кВ. приведены на рисунке 1.

**Отмеченная граф – схема алгоритма и граф управляющего микропрограммного автомата Мура устройства автоматического определения тока однофазного замыкания на землю**



Так как число состояний в графе управляющего микропрограммного автомата Мура устройства автоматического определения тока ОЗЗ в электрической сети напряжением 6-10 кВ велико, для наглядности составлена структурная таблица переходов автомата Мура (табл. 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  $(a_m, a_s)$ . Выходной сигнал записывается рядом с соответствующим ему

исходным состоянием. Если на переходе  $(a_m, a_s)$  выдается множество выходных сигналов  $Y(a_m, a_s) = \{Y_1(a_m, a_s), \dots, Y_j(a_m, a_s), \dots, Y_J(a_m, a_s)\}$  под действием множества входных сигналов  $X_{jl}(a_m, a_s), \dots, X_{jh}(a_m, a_s), \dots, X_{jH}(a_m, a_s)$ , то в таблице последовательно перечисляются все пути перехода. Также 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;  $F(a_m, a_s)$  – множество обязательных функций возбуждения, изменяющих состояние элементов памяти и вырабатываемых на переходе  $(a_m, a_s)$ .

Таблица 1

**Структурная таблица переходов управляющего микропрограммного автомата Мура устройства автоматического определения тока ОЗЗ в электрической сети напряжением 6-10 кВ**

$a_m Y(a_m, a_s)$	$K(a_m)$	$a_s$	$K(a_s)$	$X(a_m, a_s)$	$F(a_m, a_s)$
$a_1 (-)$	0000	$a_2$	0001	1	$\varphi_4$
$a_2 (Y_1)$	0001	$a_3$	0010	$X_1$	$\varphi_3, \psi_4$
		$a_2$	0001	$\bar{X}_1$	
$a_3 (Y_2)$	0010	$a_4$	0011	$X_2$	$\varphi_4$
		$a_{13}$	1100	$\bar{X}_2$	$\varphi_1, \varphi_2, \psi_3$
$a_4 (Y_3)$	0011	$a_5$	0100	1	$\varphi_2, \psi_3, \psi_4$
$a_5 (Y_4)$	0100	$a_6$	0101	$X_3$	$\varphi_4$
		$a_5$	0100	$\bar{X}_3$	
$a_6 (Y_5)$	0101	$a_7$	0110	$X_4$	$\varphi_3, \psi_4$
		$a_6$	0101	$\bar{X}_4$	
$a_7 (Y_6)$	0110	$a_8$	0111	1	$\varphi_4$
$a_8 (Y_7)$	0111	$a_9$	1000	1	$\varphi_1, \psi_2, \psi_3, \psi_4$
$a_9 (Y_8)$	1000	$a_{10}$	1001	1	$\varphi_4$
$a_{10} (Y_9)$	1001	$a_{11}$	1010	1	$\varphi_3, \psi_4$
$a_{11} (Y_{10})$	1010	$a_{12}$	1011	1	$\varphi_4$
$a_{12} (Y_{11})$	1011	$a_{13}$	1100	1	$\varphi_2, \psi_3, \psi_4$
$a_{13} (Y_{12})$	1100	$a_{14}$	1101	$X_5$	$\varphi_4$
		$a_{13}$	1100	$\bar{X}_5$	
$a_{14} (Y_{13})$	1101	$a_1$	0000	1	$\psi_1, \psi_2, \psi_4$

Анализ алгоритмов кодирования состояний автомата показал их незначительный эффект минимизации комбинационной схемы управляющего микропрограммного автомата Мура устройства автоматического определения тока



ОЗЗ в электрической сети напряжением 6-10 кВ. Поэтому осуществлено последовательное кодирование состояний автомата словами двоичного алфавита с применением импульса синхронизации элементарных автоматов памяти.

По структурной таблице переходов управляющего микропрограммного автомата Мили устройства автоматического определения тока ОЗЗ в электрической сети напряжением 6-10 кВ получены:

– система булевых уравнений функций выходов:

$$Y_1 = \bar{\tau}_1 \bar{\tau}_2 \bar{\tau}_3 \tau_4 X_1; \quad Y_2 = \bar{\tau}_1 \bar{\tau}_2 \tau_3 \bar{\tau}_4; \quad Y_3 = \bar{\tau}_1 \bar{\tau}_2 \tau_3 \tau_4; \quad (3)$$

$$Y_4 = \bar{\tau}_1 \tau_2 \bar{\tau}_3 \bar{\tau}_4 X_3; \quad Y_5 = \bar{\tau}_1 \tau_2 \bar{\tau}_3 \tau_4 X_4; \quad Y_6 = \bar{\tau}_1 \tau_2 \tau_3 \bar{\tau}_4;$$

$$Y_7 = \bar{\tau}_1 \tau_2 \tau_3 \tau_4; \quad Y_8 = \tau_1 \bar{\tau}_2 \bar{\tau}_3 \bar{\tau}_4; \quad Y_9 = \tau_1 \bar{\tau}_2 \bar{\tau}_3 \tau_4;$$

$$Y_{10} = \tau_1 \bar{\tau}_2 \tau_3 \bar{\tau}_4; \quad Y_{11} = \tau_1 \bar{\tau}_2 \tau_3 \tau_4; \quad Y_{12} = \tau_1 \tau_2 \bar{\tau}_3 \bar{\tau}_4 X_5;$$

$$Y_{13} = \tau_1 \tau_2 \bar{\tau}_3 \tau_4.$$

– система булевых уравнений функций возбуждения выходов элементарных автоматов памяти:

$$\Phi_1 = \bar{\tau}_1 \bar{\tau}_2 \tau_3 \bar{\tau}_4 \bar{X}_2 \vee \bar{\tau}_1 \tau_2 \tau_3 \tau_4; \quad \Phi_2 = \bar{\tau}_1 \bar{\tau}_2 \tau_3 \bar{\tau}_4 \bar{X}_2 \vee \tau_2 \tau_3 \tau_4;$$

$$\Phi_3 = \bar{\tau}_1 \bar{\tau}_2 \bar{\tau}_3 \tau_4 X_1 \vee \bar{\tau}_1 \tau_2 \bar{\tau}_3 \tau_4 X_4 \vee \tau_1 \bar{\tau}_2 \bar{\tau}_3 \tau_4; \quad (4)$$

$$\Phi_4 = \bar{\tau}_1 \bar{\tau}_2 \tau_3 \bar{\tau}_4 X_2 \vee \bar{\tau}_1 \tau_2 \bar{\tau}_3 \bar{\tau}_4 X_3 \vee \bar{\tau}_1 \tau_2 \tau_3 \bar{\tau}_4 \vee \tau_1 \bar{\tau}_2 \tau_3 \bar{\tau}_4 \vee \tau_1 \tau_2 \bar{\tau}_3 \bar{\tau}_4 X_5 \vee \tau_2 \bar{\tau}_3 \bar{\tau}_4$$

Логическая схема управляющего микропрограммного автомата Мура устройства автоматического определения тока однофазного замыкания на землю в электрической сети напряжением 6-10 кВ

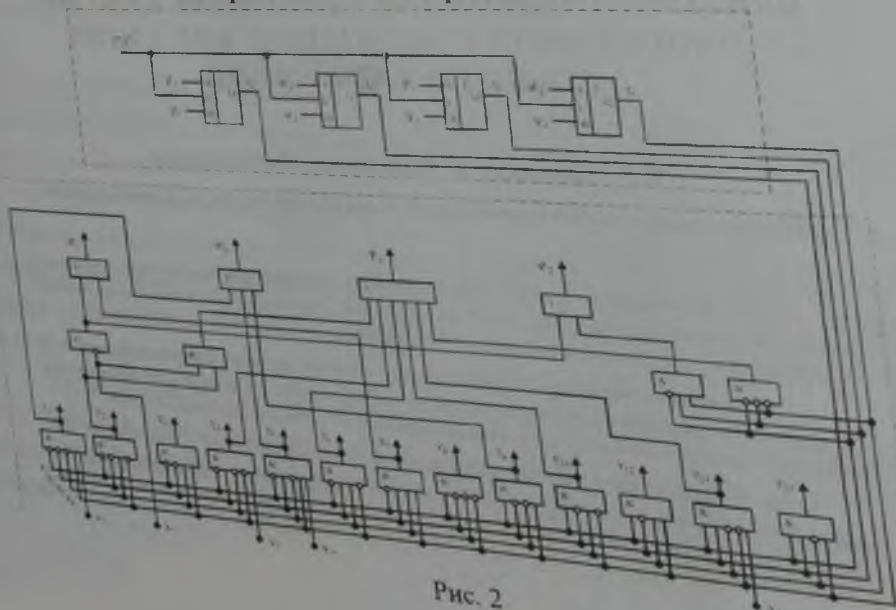


Рис. 2

В качестве элементарного автомата памяти принимается синхронный D-триггер в связи с тем, что данный вид триггеров получил наибольшее распространение как составная часть логических элементов памяти.

Разработана логическая схема управляющего микропрограммного автомата Миля устройства автоматического определения тока ОЗЗ в электрической сети напряжением 6-10 кВ, являющаяся решением систем булевых уравнений функций выходов (3) и функций возбуждения элементарных автоматов памяти (4) (рис.2).

## ЛИТЕРАТУРА

1. Способ автоматического определения тока однофазного замыкания на землю в электрических сетях напряжением 6-10 кВ / Утегулов Б.Б., Утегулов А.Б., Шингемиров А.М., Жуламанов М.А. Уральские выставки – 2002 //Сборник научных трудов . – Екатеринбург, 2002.
2. Баранов С.И. Синтез микропрограммных автоматов. – Л.: Энергия, 1979.
3. Глушков В.М. Синтез цифровых автоматов // – М.: Физматгиз, – 1962.
4. Баранов С.И., Журавина Л.Н., Скляров В.А. Автоматизация проектирования ЦВМ. –Минск: Высшая школа, 1982.