

ИДЕНТИФИКАЦИЯ СИСТЕМЫ ЛОГИЧЕСКОГО ВЫВОДА МЕТОДОМ СЕТЕВОГО ОПЕРАТОРА *

А.И. Дивеев¹, Е.А. Софронова²

¹Вычислительный центр им. А.А. Дородницына РАН
ул. Вавилова, 40, Москва, Россия, 119333

²Кафедра кибернетики и мехатроники
Российский университет дружбы народов
ул. Орджоникидзе, 3, Москва, Россия, 117923

Рассмотрена задача синтеза логического управления, в которой по заданной таблице истинности необходимо построить логическую функцию. Показано решение задачи на основе метода сетевого оператора. Приведены численные примеры для решения задач с двухзначной и трехзначной логиками.

Ключевые слова: синтез управления, сетевой оператор, логическое управление.

В современных системах управления используют логический вывод, обеспечивающий на основе признаков или свойств объекта, среды и т.п. выбор стратегии или метода управления. Например, при управлении летательным аппаратом всегда, несмотря на высокий уровень интеллектуализации системы управления, а скорее всего благодаря этому возникает стратегический вопрос выбора между автоматическим или ручным управлением. Для летательных аппаратов существенным является также выбор в экстренных случаях решения между заходом на посадку или перелетом на другой аэродром, между вынужденной посадкой или продолжением полета, между доверием установки диспетчера и собственным принятием решения и т.д.

Стратегии или методы управления формально описываем целыми числами, которые рассматриваем как значения дополнительной компоненты управления. Например, пусть заданы две системы управления $\mathbf{u} = \mathbf{h}^1(\mathbf{x})$ и $\mathbf{u} = \mathbf{h}^2(\mathbf{x})$. В зависимости от дополнительных условий, которые зависят от компонент вектора состояния \mathbf{x} , выбираем одну из систем управления. Управление с учетом выбора из двух систем имеет вид

$$\mathbf{u} = (1 - u_{m+1})\mathbf{h}^1(\mathbf{x}) + u_{m+1}\mathbf{h}^2(\mathbf{x}), \quad (1)$$

где u_{m+1} — дополнительная компонента управления, $u_{m+1} \in \{0, 1\}$.

При выборе системы из множества, содержащего более двух вариантов $\mathbf{u} = \mathbf{h}^i(\mathbf{x})$, $i = \{1, \dots, K\}$, управление имеет вид

$$\mathbf{u} = \sum_{i=1}^K (1 - \theta(|u_{m+1} + 1 - i|))\mathbf{h}^i(\mathbf{x}), \quad (2)$$

где $u_{m+1} \in \{0, \dots, K - 1\}$, $\theta(A)$ — функция Хевисайда, $\theta(A) = \begin{cases} 0, & \text{если } A < 0, \\ 1 & \text{— иначе.} \end{cases}$

* Работа выполнялась по грантам РФФИ 08-08-00248-а и 10-08-00618-а.

В соотношении (2) выбор одной системы управления $\mathbf{u} = \mathbf{h}^i(\mathbf{x})$ определяет выполнение условия $u_{m+1} = i - 1, 1 \leq i \leq K$.

Значение дополнительной компоненты управления $u_{m+1} \in \{0, \dots, K - 1\}$ определяем по функции дополнительных признаков состояния объекта

$$u_{m+1} = v(\mathbf{y}), \quad (3)$$

где $v(\mathbf{y})$ — целочисленная функция выбора, \mathbf{y} — целочисленный вектор признаков определения выбора $\mathbf{y} = [y_1 \dots y_L]^T, y_i \in Y_i = \{0, 1, \dots, n_i\}, i = \overline{1, L}$,

$$v(\mathbf{y}): Y_1 \times \dots \times Y_L \rightarrow \{1, \dots, K\}. \quad (4)$$

В большинстве случаев функция выбора $\varphi(\mathbf{y})$ не задана в аналитическом виде, а определена в виде множеств значений векторов признаков и значений функции выбора

$$v(\mathbf{y}): (\mathbf{y}^1, \dots, \mathbf{y}^M) \rightarrow (u_{m+1}^1, \dots, u_{m+1}^M), \quad (5)$$

где $u_{m+1}^j = v(\mathbf{y}^j), j = \overline{1, M}$.

Соотношение (5) задает любая экспертная система, которая содержит запись вывода значения функции выбора $u_{m+1}^j = v(\mathbf{y}^j)$ по значениям векторов признаков $\mathbf{y}^j = [y_1^j \dots y_L^j]^T, 1 \leq j \leq M$.

Синтез функции выбора $u_{m+1}^j = v(\mathbf{y}^j), 1 \leq j \leq M$, совместно с синтезирующими функциями $\mathbf{u} = \mathbf{h}^i(\mathbf{x}), i = \overline{1, L}$, в общем виде затруднен, так как функционалы и начальные условия в задачах синтеза для каждой синтезирующей функции могут быть различны.

Рассмотрим идентификацию функции выбора $u_{m+1}^j = v(\mathbf{y}^j), 1 \leq j \leq M$, с помощью метода сетевого оператора [1—8].

Задана таблица истинности для значений признаков и функции выбора. Таблицу формально можно записать в виде множества строк, которые содержат значения признаков и соответствующее им значение функции выбора

$$T = \left\{ (\mathbf{y}^1, u_{m+1}^1), (\mathbf{y}^2, u_{m+1}^2), \dots, (\mathbf{y}^M, u_{m+1}^M) \right\}, \quad (6)$$

Необходимо найти аналитический вид функции выбора

$$u_{m+1} = v(\mathbf{y}), \quad (7)$$

обеспечивающей минимум функционала

$$J_1 = \sum_{i=1}^M \theta \left(\left| v(\mathbf{y}^i) - u_{m+1}^i \right| \right) \rightarrow \min. \quad (8)$$

Для решения задачи используем метод сетевого оператора, который обеспечивает генерацию различных функций выбора и поиск решения среди сгенерированных функций с помощью генетического алгоритма

В соответствии с методом [1—7] построим конструктивные множества, из элементов которых будут создаваться виды функции выбора.

Множество переменных

$$V = (y_1, \dots, y_L). \quad (9)$$

Множество унарных операций

$$O_1 = (\varphi_1(z) = z, \varphi_2(z), \dots, \varphi_W(z)), \quad (10)$$

где $z, \varphi_j(z) \in \{0, 1, \dots, K-1\}$, $j = \overline{1, W}$.

Множество бинарных операций

$$O_2 = (\omega_0(z', z''), \dots, \omega_{V-1}(z', z'')), \quad (11)$$

где $z', z'', \omega_i(z', z'') \in \{0, 1, \dots, K-1\}$, $i = \overline{0, V-1}$.

В отличие от описания метода сетевого оператора здесь изменены символьные обозначения унарных и бинарных операций: для унарных операций вместо обозначения $\rho(z)$ используем $\varphi(z)$, а вместо $\chi(z', z'')$ — $\omega(z', z'')$. Изменения введены для удобства описания. Требования к унарным и бинарным операциям остаются те же: наличие среди унарных операций тождественной, все бинарные операции должны обладать свойствами коммутативности, ассоциативности и иметь единичный элемент.

Рассмотрим примеры идентификации логических функций выбора.

Пусть заданы значения функции и аргументов, которые приведены в табл. 1.

Таблица 1

Значения функции и аргументов

№	y_1	y_2	y_3	y_4	u_{m+1}
1	0	0	0	0	0
2	0	0	0	1	1
3	0	0	1	0	0
4	0	0	1	1	1
5	0	1	0	0	0
6	0	1	0	1	1
7	0	1	1	0	1
8	0	1	1	1	0
9	1	0	0	0	1
10	1	0	0	1	0
11	1	0	1	0	0
12	1	0	1	1	1
13	1	1	0	0	1
14	1	1	0	1	1
15	1	1	1	0	0
16	1	1	1	1	0

Используем следующие конструктивные множества:

$$V = (y_1, y_2, y_3, y_4),$$

$$O_1 = (\varphi_1(z) = z, \varphi_2(z) = 1 - z),$$

$$O_2 = (\omega_0(z', z'') = z' \vee z'', \omega_1(z', z'') = z' \wedge z, \omega_2(z', z'') = z' \oplus z'').$$

Задаем базисное решение

$$v^0(y_1, y_2, y_3, y_4) = y_1 \vee (y_1 \wedge y_2) \vee (y_1 \wedge y_2 \wedge y_3) \vee (y_1 \wedge y_2 \wedge y_3 \wedge y_4).$$

График значений базисной функции в зависимости и заданные значения в зависимости от номера строки табл. 1 приведены на рис. 1.

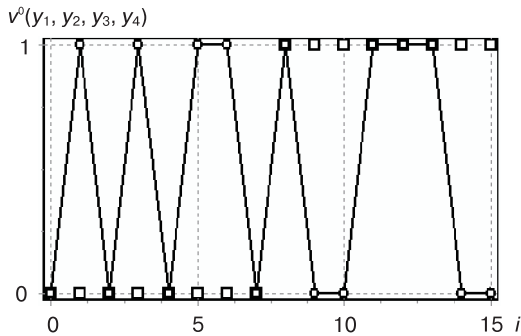


Рис. 1. Значения базисной функции

Из рисунка 1 видно, что значения базисной функции не всегда совпадают со значениями, заданными в табл. 1, $J_1(v^0(y)) = 8$

При идентификации логической функции методом сетевого оператора используем матрицу сетевого оператора размерностью 16×16 .

Базисная матрица сетевого оператора имеет вид

$$\Psi^0 = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Единичными элементами для бинарных операций $\omega_0(z', z'')$ и $\omega_2(z', z'')$ является 0, а для операции $\omega_1(z', z'')$ — 1.

Для поиска решения использовали генетический алгоритм, построенный на основе принципа базисного решения [3; 4]. Алгоритм имел следующие параметры: число хромосом в начальной популяции — 256, число вариаций в одной хромосоме — 8, число поколений 1024, число скрещиваемых пар в одном поколении — 128, эпоха или число поколений между сменой базисного решения — 16, число элитарных хромосом — 32, вероятность мутации — 0,7.

В результате было получено следующее решение:

$$\Psi = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 2 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 2 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}.$$

Полученная матрица сетевого оператора соответствует следующей логической функции выбора:

$$\tilde{v}(y) = (y_2 \wedge y_3) \oplus y_4 \oplus (y_1 \oplus \bar{y}_3 \oplus (y_1 \vee y_2) \oplus (y_2 \wedge y_3) \oplus (y_1 \wedge y_2 \wedge y_4)).$$

График значений полученной логической функции и заданные табличные значения в зависимости от строк табл. 1 приведены на рис. 2.

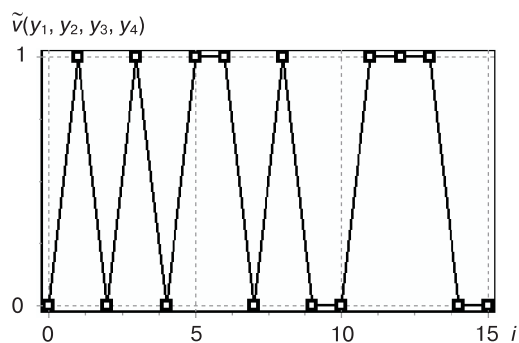


Рис. 2. Значения полученной логической функции

По результатам эксперимента видно, что все значения таблицы истинности совпадают со значениями идентифицированной логической функции $J_1(\tilde{v}(y)) = 0$.

Рассмотрим пример идентификации функции с трехзначной логикой. Пусть заданы множества значений аргументов и функции, приведенные в табл. 2.

Таблица 2

Значения функции и аргументов

№	y_1	y_2	y_3	u_{m+1}	№	y_1	y_2	y_3	u_{m+1}
1	0	0	0	0	15	1	1	2	2
2	0	0	1	1	16	1	2	0	0
3	0	0	2	2	17	1	2	1	1
4	0	1	0	0	18	1	2	2	2
5	0	1	1	1	19	2	0	0	0
6	0	1	2	2	20	2	0	1	1
7	0	2	0	0	21	2	0	2	2
8	0	2	1	1	22	2	1	0	0
9	0	2	2	2	23	2	1	1	1
10	1	0	0	0	24	2	1	2	0
11	1	0	1	1	25	2	2	0	0
12	1	0	2	0	26	2	2	1	1
13	1	1	0	0	27	2	2	2	2
14	1	1	1	1					

Используем следующие конструктивные множества:

$$V = (y_1, y_2, y_3),$$

$$O_1 = (\varphi_1(z) = z, \varphi_2(z) = (z + 2) \bmod 3),$$

$$O_2 = (\omega_0(z', z''), \omega_1(z', z''), \omega_2(z', z''), \omega_3(z', z'')),$$

где $\omega_0(z', z'') = \max\{z', z''\}$, $\omega_1(z', z'') = \min\{z', z''\}$, $\omega_2(z', z'') = (z' + z'') \bmod 3$,

$$\omega_3(z', z'') = \begin{cases} 2, & \text{если } z' = z'', \\ (z' + z'') \bmod 2 & \text{— иначе.} \end{cases}$$

Единичными элементами для бинарных операций $\omega_0(z', z'')$, $\omega_2(z', z'')$, $\omega_3(z', z'')$ является 0, а для операции $\omega_1(z', z'')$ — 2.

Задаем базисное решение

$$v^0(y_1, y_2, y_3) = \max\left\{ \max\{y_1, \min\{y_1, y_2\}, \min\{y_1, y_2, y_3\}\}, \min\{y_1, \min\{y_1, y_2\}, \min\{y_1, y_2, y_3\}\} \right\}.$$

Матрица сетевого оператора для базисного решения имеет вид

$$\Psi^0 = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}.$$

График значений базисной функции в зависимости и заданные значения в зависимости от номера строки табл. 3 приведены на рис. 3.

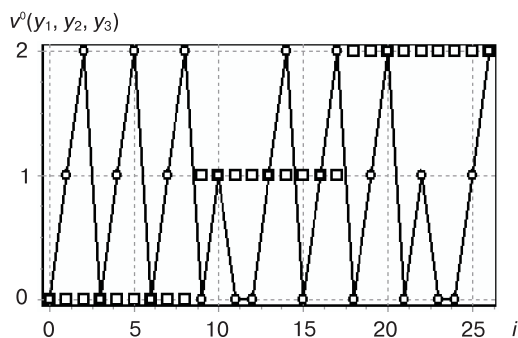


Рис. 3. Значения базисной функции

Из рисунка 3 видно, что значения базисной функции не совпадают со значениями, заданными в табл. 2, $J_1(v^0(y)) = 19$.

Для поиска решения использовали генетический алгоритм, построенный на основе принципа базисного решения [3; 4]. Алгоритм имел следующие параметры: число хромосом в начальной популяции — 256, число вариаций в одной хромосоме — 8, число поколений — 512, число скрещиваемых пар в одном поколении — 128, эпоха или число поколений между сменой базисного решения — 10, число элитарных хромосом — 32, вероятность мутации — 0,7.

В результате было получено следующее решение:

$$\Psi = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 2 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 2 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 2 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 2 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}.$$

Полученная матрица сетевого оператора соответствует следующей логической функции выбора:

$$\tilde{v}(y_1, y_2, y_3) = \omega_2 \left(y_3, \max \left\{ \min \left\{ \varphi_2 \left(\min \left\{ y_1, y_2, y_3, \varphi_2(y_2), \varphi_2(y_3) \right\} \right), y_1, y_2, y_3, \varphi_2(y_2), \varphi_2(y_3) \right\}, \min \left\{ y_1, y_2, y_3, \varphi_2(y_2), \varphi_2(y_3) \right\} \right\} \right).$$

График значений полученной логической функции и заданные табличные значения в зависимости от строк табл. 2 приведены на рис. 4.

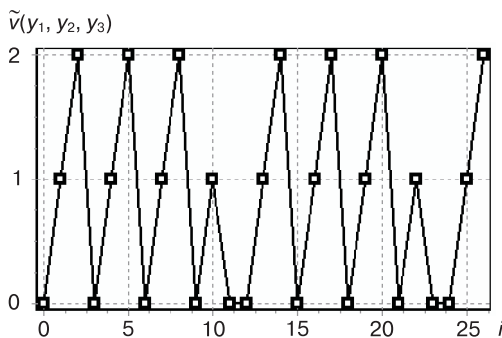


Рис. 4. Значения полученной функции трехзначной логики

По результатам эксперимента видно, что все значения таблицы истинности совпадают со значениями идентифицированной логической функции $J_1(\tilde{v}(y)) = 0$.

При выполнении численных экспериментов использовалась программный комплекс для идентификации систем управления методом сетевого оператора [8].

ЛИТЕРАТУРА

- [1] *Дивеев А.И., Софронова Е.А.* Генетический алгоритм для многокритериального структурно-параметрического синтеза // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия «Инженерные исследования». — 2007. — № 4. — С. 126—131.
- [2] *Дивеев А.И., Софронова Е.А.* Метод сетевого оператора для идентификации систем управления // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия «Инженерные исследования». — 2008. — № 4. — С. 78—85.
- [3] *Дивеев А.И., Софронова Е.А.* Метод генетического программирования для автоматического подбора формул в задаче структурного синтеза системы управления // Труды института Системного анализа РАН. Динамика неоднородных систем / Под ред. Ю.С. Попкова. — М.: ИСА РАН: КомКнига, 2006. — Вып. 10(1). — С. 14—26.
- [4] *Дивеев А.И., Софронова Е.А.* Метод построения функциональных зависимостей для решения задачи синтеза оптимального управления // Труды института Системного анализа РАН. Динамика неоднородных систем / Под ред. Ю.С. Попкова. — М.: ИСА РАН: КомКнига, 2007. — Вып. 31(2). — С. 14—27.
- [5] *Дивеев А.И., Крылова М.В., Софронова Е.А.* Метод генетического программирования для многокритериального структурно-параметрического синтеза систем автоматического управления // Вопросы теории безопасности и устойчивости систем: Сб. статей. — М.: ВЦ РАН, 2008. — Вып. 10. — С. 93—100.
- [6] *Дивеев А.И., Софронова Е.А.* Метод генетического программирования для идентификации систем управления // Труды VIII международной конференции Идентификация систем и задач управления SICPRO'09 Москва 26—30 января 2009 г. — С. 529—545.
- [7] *Diveyev A.I., Sofronova E.A.* Application of network operator method for synthesis of optimal structure and parameters of automatic control system // Proceedings of 17-th IFAC World Congress, Seoul, 2008, 05.07.2008—12.07.2008. — P. 6106—6113.
- [8] *Дивеев А.И., Софронова Е.А.* (авторы и правообладатели). Идентификация систем управления методом сетевого оператора. Программа для ЭВМ. № 2009615302 // Официальный бюллетень Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам. Программы для ЭВМ, базы данных, топологии интегральных микросхем. М. ФГУ ФИПС. 2009, № 4 (69) (II ч.). С. 414.

IDENTIFICATION OF LOGICAL REASONING SYSTEM BY NETWORK OPERATOR METHOD

A.I. Diveev¹, E.A. Sofronova²

¹Dorodnicyn Computer Center of Russian Academy of Sciences
Vavilov str., 40, Moscow, Russia, 119333

²Cybernetics and mechatronics department
Peoples' Friendship University of Russia
Miklukho-Maklaya str., 6, Moscow, Russia, 117198

The problem of logical control synthesis is considered. It is necessary to construct a logical function on the basis of truth table. The method of network operator was used to solve the problem. Numerical examples for binary and three-value logic are given.

Key words: synthesis of control, network operator, logical control.