УДК 004.3.047

Дмитрий Васильевич Андреев

(Ульяновский государственный технический университет, профессор

кафедры «Проектирование и технология электронных средств, доцент, д.т.н., Россия, г. Ульяновск, [d.andreev1@yandex.ru](mailto:d.andreev1@yandex.ru))

Dmitriy V. Andreev

(ULSTU, professor at the department of «Design and technology of electronic means», docent, dr.tech.sc., Russia, Ulyanovsk, [d.andreev1@yandex.ru](mailto:d.andreev1@yandex.ru))

Артем Юрьевич Дороднов

(Ульяновский государственный технический университет, магистрант,

Россия, г. Ульяновск, [aptyxa730@mail.ru](mailto:aptyxa730@mail.ru))

Artem Y. Dorodnov

(ULSTU, master’s student, Russia, Ulyanovsk, [aptyxa730@mail.ru](mailto:aptyxa730@mail.ru))

Данил Сергеевич Любецкий

(Ульяновский государственный технический университет, магистрант,

Россия, г. Ульяновск, [lyubetsky98@mail.ru](mailto:lyubetsky98@mail.ru))

Danil S. Lyubetsky

(ULSTU, master’s student, Russia, Ulyanovsk, [lyubetsky98@mail.ru](mailto:lyubetsky98@mail.ru))

**Математические модели однородных элементов**

**MAX, MIN На основе функций двузначной логики**

MATHEMATICAL MODELS OF HOMOGENEOUS ELEMENTS

MAX, MIN BASED ON TWO-DIGIT LOGIC FUNCTIONS

*Аннотация. Рассмотрены примеры применения двузначных логических функций для описания базовых операций многозначной логики.*

*Abstract. Examples of using two-digit logical functions to describe basic operations of multi-valued logic are discussed.*

*Ключевые слова: двузначные логические функции, многозначная логика, однородные устройства.*

*Keywords: two-digit logical functions, multi-valued logic, homogeneous devices.*

Элементы MAX, MIN являются базовыми элементами логических модулей с многозначным входным (выходным) алфавитом. При этом, если многозначность обрабатываемых переменных задается кортежем двоичных сигналов, то указанные элементы строятся на основе функций двузначной логики. В работах [1-5] рассмотрены элементы MAX, MIN, в математических моделях которых использован булевый функциональный базис. Недостатком таких элементов является неоднородность аппаратурного состава, обусловленная тем, что они содержат логические элементы нескольких типов. В данной работе предлагаются математические модели элементов MAX, MIN, свободных от указанного недостатка.

Рассмотрим следующую функцию двузначной логики:

, (1)

где ;  – соответствующие разряды *n*-разрядных двоичных переменных , ; , ¯ – символы операций ИЛИ, НЕ;

 ; (2а)

 . (2б)

В табл.1 приведены значения реализуемых выражениями (2) функций ,  на всех возможных наборах значений их аргументов.

*Таблица 1. Значения выражений (2) при *

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 |

Из табл.1 следует, что: 1)  и  ( и ) когда  и   и ) или  и  ( и ); 2)  когда  и .

Таким образом, с учетом (1) имеем

 , (3а)

 . (3б)

Здесь и ниже ;  и  – фрагменты *n*-разрядных двоичных переменных , . Из равенств (3) следует, что *n*-разрядная двоичная переменная , разряды которой формирует функция (1), является результатом операции .

Далее рассмотрим функцию двузначной логики, полученную с помощью двойственного преобразования функции (1) и имеющую следующий вид:

, (4)

где

 ; (5а)

 . (5б)

Здесь  и есть оператор двойственного преобразования и символ операции И.

В табл.2 приведены значения представляемых выражениями (5) функций ,  на всех возможных наборах значений их аргументов.

*Таблица 2. Значения выражений (5) при *

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 |

Анализ данных, приведенных в табл.2, позволяет заключить, что: 1)  и  ( и ) когда  и   и ) или  и  ( и ); 2)  когда  и .

С учетом (4) и результатов указанного анализа можно записать

 , (6а)

 . (6б)

На основании выражений (6) нетрудно сделать вывод, что функция (4) формирует разряды *n*-разрядной двоичной переменной , для которой справедливо равенство .

Таким образом, логические функции (1), (4) являются математическими моделями элементов MIN, MAX, соответственно. При этом такие элементы будут иметь однородный аппаратурный состав, поскольку элемент MAX (MIN) может быть построен с использованием логических элементов И-НЕ (ИЛИ-НЕ).

**Список литературы**

1. Андреев, Д.В. Универсальные логические модули для обработки многозначных и континуальных данных / Д.В. Андреев. – Ульяновск : УлГТУ, 2010. – 234 с.

2. Пат. 2300130 на изобретение, Российская Федерация, МПК G 06 F 7/02. Устройство селекции меньшего из двух двоичных чисел / Андреев Д.В.; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО «Ульян. гос. техн. ун-т». – № 2006100459/09; заявл. 10.01.2006; опубл. 27.05.2007, Бюл. № 15. – 6 с.

3. Пат. 2300135 на изобретение, Российская Федерация, МПК G 06 F 7/02. Устройство селекции большего из двух двоичных чисел / Андреев Д.В.; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО «Ульян. гос. техн. ун-т». – № 2006100469/09; заявл. 10.01.2006; опубл. 27.05.2007, Бюл. № 15. – 6 с.

4. Пат. 2363034 на изобретение, Российская Федерация, МПК G 06 F 7/02. Устройство селекции большего из двух двоичных чисел / Андреев Д.В.; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО «Ульян. гос. техн. ун-т». – № 2008100526/09; заявл. 09.01.2008; опубл. 27.07.2009, Бюл. № 21. – 6 с.

5. Пат. 2606311 на изобретение, Российская Федерация, МПК G 06 F 7/00. Селектор двоичных чисел / Андреев Д.В., Каргов П.Н.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «Ульян. гос. техн. ун-т». – № 2015117731; заявл. 12.05.2015; опубл. 10.01.2017, Бюл. № 1. – 10 с.