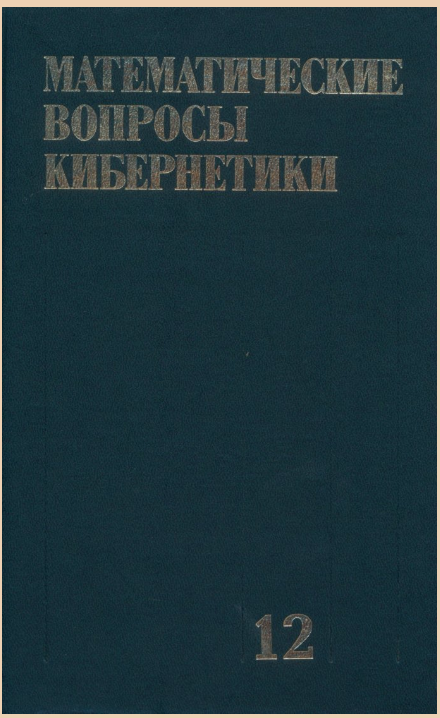

Ю. А. Виноградов

К синтезу трехзначных МОП-структур

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

К СИНТЕЗУ ТРЕХЗНАЧНЫХ МОП-СТРУКТУР *)

Ю. А. ВИНОГРАДОВ

(МОСКВА)

В цифровой МОП-технике особый интерес представляют комплементарные структуры (КМОП), замечательные своим почти нулевым энергопотреблением в статике.

Простейшая КМОП-структура показана на рис. 1. Но если в двоично функционирующих устройствах ее особенности проявляются лишь в переходных режимах, то в k-значной ($k \geqslant 3$) технике они должны быть учтены непосредственно в самой модели функционального элемента.

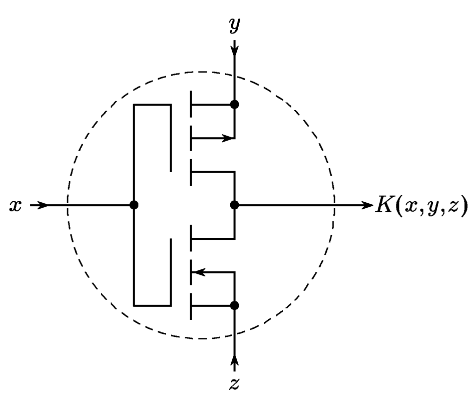

Рис. 1

Таблица 1

x	y	z	$K(x,y,z)$
0	1	0	1
0	1	1	1
0	2	0	2
0	2	1	2
0	2	2	2
1	0	0	0
1	1	0	0
1	2	1	2
1	2	2	2
2	0	0	0
2	1	0	0
2	1	1	1
2	2	0	0
2	2	1	1

Функция $K(x, y, z)$ — модель этой структуры в P_3 (см. табл. 1). Именно так — исключением некоторых наборов переменных — здесь исключены технически недопустимые композиции сигналов на входах K-элемента.

Введем коммутационные (суперпозиционные) ограничения:

— входами схемы могут быть только x-входы ее K-элементов;

— y- и z-входы K-элемента могут быть соединены либо с генераторами констант, либо с выходами других K-элементов.

Это — в дополнение к обычным в синтезе схем запретам на склейки выходов функциональных элементов и циклическое их включение.

*) Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект 02–01–01110).

Утверждение. *Система* $\{K(x, y, z), L_i(x), 0, 1, 2\}$, *где* $L_i(x)$, $i \in \{1, 2, \ldots, 5\}$, *определены в табл.* 2, *является функционально полным в* P_3 *базисом.*

Таблица 2

x	$L_1(x)=x+1 \pmod 3$	$L_2(x)=2-x$	$L_3(x)=I_1(x)$	$L_4(x)=x+2 \pmod 3$	$L_5(x)=2-I_1(x)$
0	1	2	0	2	2
1	2	1	2	0	0
2	0	0	0	1	2

В качестве доказательства полноты базиса $\{K(x, y, z), L_1(x), 0, 1, 2\}$ на рис. 2 приведена структура одной из шефферовых функций — $\max(x_1, x_2) + 1 \pmod 3$.

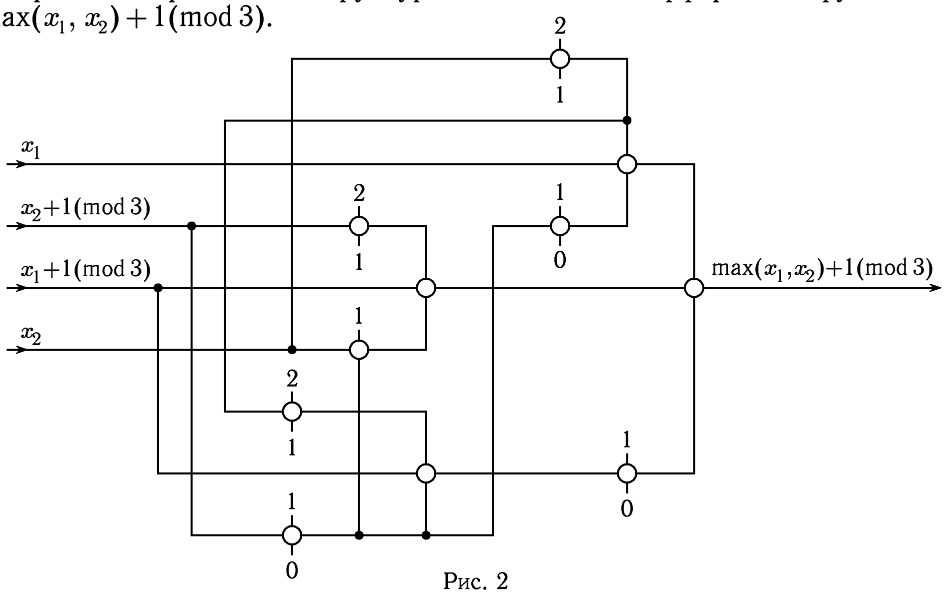

Рис. 2

Эту или любую другую шефферову функцию можно построить и в других базисах, поскольку для каждой $L_i(x)$ в прямом компьютерном эксперименте были синтезированы структуры, реализующие все функции двух переменных из P_3 *).

Таблица 3

Глубина	$L_1(x)$	$L_2(x)$	$L_3(x)$	$L_4(x)$	$L_5(x)$	Примеч.
0	3	3	3	3	3	Const. 0,1,2
1	11	11	13	11	13	
2	33	31	98	33	98	
3	533	459	1023	533	1023	
4	4017	3175	8880	4017	8880	
5	18241	17417	19619	18241	19619	
6	19683	19683	19683	19683	19683	3^9

Представляет определенный интерес то, что все эти схемы были построены с сильнейшим ограничением на возможное использование L-элементов: допускались (но могли и не использоваться) лишь $L_i(x_1)$ и $L_i(x_2)$. Все остальное — K-суперпозиции.

Рост числа таким образом построенных функций с увеличение глубины K-суперпозиций демонстрирует табл. 3.

Поступило в редакцию 21 X 2003

---

*) Автор пользовался персональным компьютером с микропроцессором 1,9 ГГц и оперативной памятью 256 Mb. Операционная система Linux. Открытая для свободного копирования, она оказалась и значительно эффективнее Windows.

Конечно, были приняты меры к сокращению полного перебора за счет исключения явно ненужного. Это привело к тому, что время счета любого из вариантов не превышало 15 мин.