САНКТ-ПЕТЕРГБУРГСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, МЕХАНИКИ И ОПТИКИ

**Курсовая работа**

***«Синтез комбинационных схем»***

*Вариант 25*

Выполнил:

студент 1-го курса

группы 1125

Припадчев Артём

Проверил: Раков С.В.

Санкт-Петербург, 2013

**Синтез комбинационных схем,**

**реализующих заданную функцию**

|  |  |
| --- | --- |
| **Условие, при котором f = 1** | **Условие, при котором f = d** |
| 1 < |x1x2x5 – x3x4| ≤ 4 | |x1x2x5 – x3x4| = 2 |

**Составление таблицы истинности**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **N** | X1 | X2 | X3 | X4 | X5 | X1X2X5 | (X1X2X5)10 | X3X4 | (X3X4)10 | |-| | f |
| **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **000** | **0** | **00** | **0** | **0** | **0** |
| **1** | **0** | **0** | **0** | **0** | **1** | **001** | **1** | **00** | **0** | **1** | **0** |
| **2** | **0** | **0** | **0** | **1** | **0** | **000** | **0** | **01** | **1** | **1** | **0** |
| **3** | **0** | **0** | **0** | **1** | **1** | **001** | **1** | **01** | **1** | **0** | **0** |
| **4** | **0** | **0** | **1** | **0** | **0** | **000** | **0** | **10** | **2** | **2** | **d** |
| **5** | **0** | **0** | **1** | **0** | **1** | **001** | **1** | **10** | **2** | **1** | **0** |
| **6** | **0** | **0** | **1** | **1** | **0** | **000** | **0** | **11** | **3** | **3** | **1** |
| **7** | **0** | **0** | **1** | **1** | **1** | **001** | **1** | **11** | **3** | **2** | **d** |
| **8** | **0** | **1** | **0** | **0** | **0** | **010** | **2** | **00** | **0** | **2** | **d** |
| **9** | **0** | **1** | **0** | **0** | **1** | **011** | **3** | **00** | **0** | **3** | **1** |
| **10** | **0** | **1** | **0** | **1** | **0** | **010** | **2** | **01** | **1** | **1** | **0** |
| **11** | **0** | **1** | **0** | **1** | **1** | **011** | **3** | **01** | **1** | **2** | **d** |
| **12** | **0** | **1** | **1** | **0** | **0** | **010** | **2** | **10** | **2** | **0** | **0** |
| **13** | **0** | **1** | **1** | **0** | **1** | **011** | **3** | **10** | **2** | **1** | **0** |
| **14** | **0** | **1** | **1** | **1** | **0** | **010** | **2** | **11** | **3** | **1** | **0** |
| **15** | **0** | **1** | **1** | **1** | **1** | **011** | **3** | **11** | **3** | **0** | **0** |
| **16** | **1** | **0** | **0** | **0** | **0** | **100** | **4** | **00** | **0** | **4** | **1** |
| **17** | **1** | **0** | **0** | **0** | **1** | **101** | **5** | **00** | **0** | **5** | **0** |
| **18** | **1** | **0** | **0** | **1** | **0** | **100** | **4** | **01** | **1** | **3** | **1** |
| **19** | **1** | **0** | **0** | **1** | **1** | **101** | **5** | **01** | **1** | **4** | **1** |
| **20** | **1** | **0** | **1** | **0** | **0** | **100** | **4** | **10** | **2** | **2** | **d** |
| **21** | **1** | **0** | **1** | **0** | **1** | **101** | **5** | **10** | **2** | **3** | **1** |
| **22** | **1** | **0** | **1** | **1** | **0** | **100** | **4** | **11** | **3** | **1** | **0** |
| **23** | **1** | **0** | **1** | **1** | **1** | **101** | **5** | **11** | **3** | **2** | **d** |
| **24** | **1** | **1** | **0** | **0** | **0** | **110** | **6** | **00** | **0** | **6** | **0** |
| **25** | **1** | **1** | **0** | **0** | **1** | **111** | **7** | **00** | **0** | **7** | **0** |
| **26** | **1** | **1** | **0** | **1** | **0** | **110** | **6** | **01** | **1** | **5** | **0** |
| **27** | **1** | **1** | **0** | **1** | **1** | **111** | **7** | **01** | **1** | **6** | **0** |
| **28** | **1** | **1** | **1** | **0** | **0** | **110** | **6** | **10** | **2** | **4** | **1** |
| **29** | **1** | **1** | **1** | **0** | **1** | **111** | **7** | **10** | **2** | **5** | **0** |
| **30** | **1** | **1** | **1** | **1** | **0** | **110** | **6** | **11** | **3** | **3** | **1** |
| **31** | **1** | **1** | **1** | **1** | **1** | **111** | **7** | **11** | **3** | **4** | **1** |

**Представление булевой функции в аналитическом виде**

КДНФ: $\overbar{x\_{1}}·\overbar{x\_{2}}·x\_{3}·x\_{4}·\overbar{x\_{5}}$ ∨ $\overbar{x\_{1}}·x\_{2}·\overbar{x\_{3}}·\overbar{x\_{4}}·x\_{5}∨ x\_{1}·\overbar{x\_{2}}·\overbar{x\_{3}}·\overbar{x\_{4}}·\overbar{x\_{5}} ∨ $

$∨ x\_{1}·\overbar{x\_{2}}·\overbar{x\_{3}}·x\_{4}·\overbar{x\_{5}} ∨ x\_{1}·\overbar{x\_{2}}·\overbar{x\_{3}}·x\_{4}·x\_{5}$ $∨ x\_{1}·\overbar{x\_{2}}·x\_{3}·\overbar{x\_{4}}·x\_{5}$ $∨ x\_{1}·x\_{2}·x\_{3}$ $·\overbar{x\_{4}}·\overbar{x\_{5}} ∨ x\_{1}·x\_{2}·x\_{3}·x\_{4}·\overbar{x\_{5}}$ $∨ x\_{1}·x\_{2}·x\_{3}·x\_{4}·x\_{5}$

ККНФ: ($x\_{1}∨x\_{2}∨x\_{3}∨x\_{4}∨x\_{5}$)($ x\_{1}∨x\_{2}∨x\_{3}∨x\_{4}∨\overbar{x\_{5}}$)($ x\_{1}∨x\_{2}∨x\_{3}∨\overbar{x\_{4}}∨x\_{5}$)

($x\_{1}∨x\_{2}∨x\_{3}∨\overbar{x\_{4}}∨\overbar{x\_{5}}$)($ x\_{1}∨x\_{2}∨\overbar{x\_{3}}∨x\_{4}∨\overbar{x\_{5}})$($ x\_{1}∨\overbar{x\_{2}}∨x\_{3}∨\overbar{x\_{4}}∨x\_{5}$)

($ x\_{1}∨\overbar{x\_{2}}∨\overbar{x\_{3}}∨x\_{4}∨x\_{5}$) ($ x\_{1}∨\overbar{x\_{2}}∨\overbar{x\_{3}}∨x\_{4}∨\overbar{x\_{5}}$)($ x\_{1}∨\overbar{x\_{2}}∨\overbar{x\_{3}}∨\overbar{x\_{4}}∨x\_{5}$)

($ x\_{1}∨\overbar{x\_{2}}∨\overbar{x\_{3}}∨\overbar{x\_{4}}∨\overbar{x\_{5}}$)($ \overbar{x\_{1}}∨x\_{2}∨x\_{3}∨x\_{4}∨\overbar{x\_{5}}$) ($ \overbar{x\_{1}}∨x\_{2}∨\overbar{x\_{3}}∨\overbar{x\_{4}}∨x\_{5}$)

($ \overbar{x\_{1}}∨\overbar{x\_{2}}∨x\_{3}∨x\_{4}∨x\_{5}$) ($ \overbar{x\_{1}}∨\overbar{x\_{2}}∨x\_{3}∨x\_{4}∨\overbar{x\_{5}})$($ \overbar{x\_{1}}∨\overbar{x\_{2}}∨x\_{3}∨\overbar{x\_{4}}∨x\_{5}$)

($ \overbar{x\_{1}}∨\overbar{x\_{2}}∨x\_{3}∨\overbar{x\_{4}}∨\overbar{x\_{5}}$) ($ \overbar{x\_{1}}∨\overbar{x\_{2}}∨\overbar{x\_{3}}∨x\_{4}∨\overbar{x\_{5}}$)

**Минимизация булевой функции методом Квайна-Мак-Класки**

*Нахождение простых импликант (максимальных кубов)*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **K0(f) ∪ N(f)** | **K1(f)** | **Z(f)** |
| 1. 00100
 | 1. 001x0 (1-2)
 |  1) 001x0 |
| 1. 00110
 |  2) x0100 (1-10)  |  2) x0100 |
| 1. 00111
 |  3) 0011x (2-3) |  3) 0011x |
| 1. 01000
 |  4) x0111 (3-12) |  4) x0111 |
| 1. 01001
 |  5) 0100x (4-5) |  5) 0100x |
| 1. 01011
 |  6) 010x1 (5-6) |  6) 010x1 |
| 1. 10000
 |  7) 100x0 (7-8) |  7) 100x0 |
| 1. 10010
 |  8) 10x00 (7-10) |  8) 10x00 |
| 1. 10011
 |  9) 1001x (8-9) |  9) 1001x |
| 10) 10100 |  10) 10x11 (9-12) |  10) 10x11 |
| 11) 10101 |  11) 1010x (10-11) |  11) 1010x |
| 12) 10111 |  12) 1x100 (10-13) |  12) 1x100 |
| 13) 11100 |  13) 101x1 (11-12) |  13) 101x1 |
| 14) 11110 |  14) 1x111 (12-15) |  14) 1x111 |
| 15) 11111 |  15) 111x0 (13-14) |  15) 111x0 |
|  |  16) 1111x (14-15) |  16) 1111x |

*Составление импликантной таблицы*

|  |  |
| --- | --- |
| Простыеимпликанты(максимальныекубы) | 0 - кубы |
| 00110 | 01001 | 10000 | 10010 | 10011 | 10101 | 11100 | 11110 | 11111 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 001x0 | \* |  |  |  |  |  |  |  |  |
| x0100 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0011x | \* |  |  |  |  |  |  |  |  |
| x0111 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0100x |  | \* |  |  |  |  |  |  |  |
| 010x1 |  | \* |  |  |  |  |  |  |  |
| 100x0 |  |  | \* | \* |  |  |  |  |  |
| 10x00 |  |  | \* |  |  |  |  |  |  |
| 1001x |  |  |  | \* | \* |  |  |  |  |
| 10x11 |  |  |  |  | \* |  |  |  |  |
| 1010x |  |  |  |  |  | \* |  |  |  |
| 1x100 |  |  |  |  |  |  | \* |  |  |
| 101x1 |  |  |  |  |  | \* |  |  |  |
| 1x111 |  |  |  |  |  |  |  |  | \* |
| 111x0 |  |  |  |  |  |  | \* | \* |  |
| 1111x |  |  |  |  |  |  |  | \* | \* |

*Определение существенных импликант*

|  |  |
| --- | --- |
| Простыеимпликанты(максимальныекубы) | 0 - кубы |
| 00110 | 01001 | 10000 | 10010 | 10011 | 10101 | 11100 | 11110 | 11111 |
| a | b | c | d | e | f | g | h | i |
| 001x0 | A | \* |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0011x | B | \* |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0100x | C |  | \* |  |  |  |  |  |  |  |
| 010x1 | D |  | \* |  |  |  |  |  |  |  |
| 100x0 | E |  |  | \* | \* |  |  |  |  |  |
| 10x00 | F |  |  | \* |  |  |  |  |  |  |
| 1001x | G |  |  |  | \* | \* |  |  |  |  |
| 10x11 | H |  |  |  |  | \* |  |  |  |  |
| 1010x | I |  |  |  |  |  | \* |  |  |  |
| 1x100 | J |  |  |  |  |  |  | \* |  |  |
| 101x1 | K |  |  |  |  |  | \* |  |  |  |
| 1x111 | L |  |  |  |  |  |  |  |  | \* |
| 111x0 | M |  |  |  |  |  |  | \* | \* |  |
| 1111x | N |  |  |  |  |  |  |  | \* | \* |

Дальнейшее упрощение таблицы невозможно, ядро покрытия нулевое.

*Определение максимального покрытия*

*Метод Петрика.*

Выпишем булево выражение Y, определяющее условие покрытия всех 0-кубов (существенных вершин), не покрываемых существенными импликантами.

Y = (A∨B)(C∨D)(E∨F)(E∨G)(G∨H)(I∨K)(J∨M)(M∨N)(L∨N)

В ходе упрощения функции получаем множество покрытий и все из них минимальные.

Возможны следующие варианты покрытия:

С1 =$ \left\{\begin{array}{c}T\\A\\C\\E\\H\\I\\L\\M\end{array}\right\}$(Sa1 = 28, Sb1 = 35); С2 =$ \left\{\begin{array}{c}T\\A\\D\\E\\G\\K\\L\\M\end{array}\right\}$(Sa2 = 28, Sb2 = 35);

 С3 =$ \left\{\begin{array}{c}T\\A\\D\\E\\H\\K\\M\\N\end{array}\right\}$(Sa3 = 28, Sb3 = 35); С4 =$ \left\{\begin{array}{c}T\\B\\C\\E\\G\\K\\M\\N\end{array}\right\}$(Sa4 = 28, Sb4 = 35);

Таким образом минимальное покрытие функции - С1 (выбрано одно покрытие, т.к. после черновых расчетов оно оказалось оптимальным)

$С\_{1}= \left\{\begin{array}{c}001Х0\\0100Х\\111Х0\\1Х111\\10Х11\\1010Х\\100Х0\end{array}\right\}$; Sa = 28; Sb = 35

Покрытию С1 соответствует МДНФ следующего вида:

F1 = $\overbar{x\_{1}}·\overbar{x\_{2}}·x\_{3}·\overbar{x\_{5}}$ $∨$ $\overbar{x\_{1}}·x\_{2}·$$\overbar{x\_{3}}·\overbar{x\_{4}}∨ x\_{1}·x\_{2}·x\_{3}·\overbar{x\_{5}}∨x\_{1}·x\_{3}·x\_{4}·x\_{5}∨ $

$∨$ $x\_{1}·\overbar{x\_{2}}·x\_{4}·x\_{5}∨x\_{1}·\overbar{x\_{2}}·x\_{3}·\overbar{x\_{4}}∨x\_{1}·\overbar{x\_{2}}·\overbar{x\_{3}}·\overbar{x\_{5}}$

Можно отметить, что число букв (аргументов булевой функции и их

отрицаний) в МДНФ совпадает с ценой покрытия *Sa*, а суммарное число

букв и число термов совпадает с ценой покрытия *Sb* .

**Минимизация булевой функции на картах Карно**

*Определение МДНФ*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  X3X4X5X1X2 | 000 | 001 | 011 | 010 |  | 110 | 111 | 101 | 100 |
| 00 |  |  |  |  |  | 1 | d |  | d |
| 01 | d | 1 | d |  |  |  |  |  |  |
| 11 |  |  |  |  |  | 1 | 1 |  | 1 |
| 10 | 1 |  | 1 | 1 |  |  | dd | 1 | d |

S1 =$\overbar{x\_{1}}·\overbar{x\_{2}}·x\_{3}·\overbar{x\_{5}}$

S2 = $\overbar{x\_{1}}·x\_{2}·$$\overbar{x\_{3}}·\overbar{x\_{4}}$

S3 = $x\_{1}·x\_{2}·x\_{3}·\overbar{x\_{5}}$

S4 = $x\_{1}·x\_{3}·x\_{4}·x\_{5}$

S5 = $x\_{1}·\overbar{x\_{2}}·x\_{4}·x\_{5}$

S6 = $x\_{1}·\overbar{x\_{2}}·x\_{3}·\overbar{x\_{4}}$

S7 = $x\_{1}·\overbar{x\_{2}}·\overbar{x\_{3}}·\overbar{x\_{5}}$

Тогда, МДНФ:

F = $\overbar{x\_{1}}·\overbar{x\_{2}}·x\_{3}·\overbar{x\_{5}}$ $∨$ $\overbar{x\_{1}}·x\_{2}·$$\overbar{x\_{3}}·\overbar{x\_{4}}∨ x\_{1}·x\_{2}·x\_{3}·\overbar{x\_{5}}∨x\_{1}·x\_{3}·x\_{4}·x\_{5}∨ $

$∨$ $x\_{1}·\overbar{x\_{2}}·x\_{4}·x\_{5}∨x\_{1}·\overbar{x\_{2}}·x\_{3}·\overbar{x\_{4}}∨x\_{1}·\overbar{x\_{2}}·\overbar{x\_{3}}·\overbar{x\_{5}}$

Сmin(f)=$ \left\{\begin{array}{c}001Х0\\0100Х\\111Х0\\1Х111\\10Х11\\1010Х\\100Х0\end{array}\right\}$; Sa = 28; Sb = 35

Можно отметить, что цена покрытия, определенная методом Квайна-Мак-Класки и цена покрытия по картам Карно получилась одинакова, т.к. цена минимального покрытия не зависит от метода его нахождения.

*Определение МКНФ*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  X3X4X5X1X2 | 000 | 001 | 011 | 010 |  | 110 | 111 | 101 | 100 |
| 00 | 0 | 00 | 0 | 0 |  |  | d | 0 | d |
| 01 | d |  | d | 0 |  | 0 | 0 | 00 | 0 |
| 11 | 0 | 0 | 0 | 0 |  |  |  | 0 |  |
| 10 |  | 0 |  |  |  | 0 | d |  | d |

S1 = $\overbar{x\_{2}}∨\overbar{x\_{3}}∨\overbar{x\_{4}}∨x\_{5}$

S2 = $x\_{1}$ $∨ \overbar{x\_{2}}∨x\_{3}∨\overbar{x\_{5}}$

S3 = $x\_{1}$ $∨x\_{2}$ $∨\overbar{x\_{4}}∨x\_{5}$

S4 = $\overbar{x\_{1}}∨\overbar{x\_{2}}$ $∨\overbar{x\_{4}}$

S5 = $\overbar{x\_{1}}∨\overbar{x\_{3}}∨x\_{4}$

S6 = $\overbar{x\_{1}}∨x\_{2}∨x\_{3}$

S7 = $x\_{1}∨x\_{2}∨\overbar{x\_{3}}$

Тогда, МКНФ:

F = $(\overbar{x\_{2}}∨\overbar{x\_{3}}∨\overbar{x\_{4}}∨x\_{5})·(x\_{1}$ $∨ \overbar{x\_{2}}∨x\_{3}∨\overbar{x\_{5}})·( x\_{1} ∨x\_{2} ∨\overbar{x\_{4}}∨x\_{5})·(\overbar{x\_{1}}∨\overbar{x\_{2}}$ $∨\overbar{x\_{4}})·$

$$·(\overbar{x\_{1}}∨\overbar{x\_{3}}∨x\_{4})·(\overbar{x\_{1}}∨x\_{2}∨x\_{3})·(x\_{1}∨x\_{2}∨\overbar{x\_{3}})$$

Сmin($\overbar{f}$)=$ \left\{\begin{array}{c}X0001\\101X0\\11X01\\00X0X\\0X01X\\011XX\\110XX\end{array}\right\}$ Для которого Sa = 24, Sb = 31

*Преобразования минимальных форм булевой функции*

Факторное преобразование для МДНФ

F = $\overbar{x\_{1}}·\overbar{x\_{2}}·x\_{3}·\overbar{x\_{5}}$ $∨$ $\overbar{x\_{1}}·x\_{2}·$$\overbar{x\_{3}}·\overbar{x\_{4}}∨ x\_{1}·x\_{2}·x\_{3}·\overbar{x\_{5}}∨x\_{1}·x\_{3}·x\_{4}·x\_{5}∨ $

$∨$ $x\_{1}·\overbar{x\_{2}}·x\_{4}·x\_{5}∨x\_{1}·\overbar{x\_{2}}·x\_{3}·\overbar{x\_{4}}∨x\_{1}·\overbar{x\_{2}}·\overbar{x\_{3}}·\overbar{x\_{5}}$ (Sq = 35)

F= $\overbar{x\_{1}}·\overbar{x\_{2}}·x\_{3}·\overbar{x\_{5}}$ $∨$ $\overbar{x\_{1}}·x\_{2}·$$\overbar{x\_{3}}·\overbar{x\_{4}}∨$ $x\_{1}·x\_{3}\left(x\_{2}·\overbar{x\_{5}}∨x\_{4}·x\_{5}\right)∨$

$∨$ $x\_{1}·\overbar{x\_{2}}(x\_{4}·x\_{5}∨x\_{3}·\overbar{x\_{4}}∨\overbar{x\_{3}}·\overbar{x\_{5}})$ (Sq = 33)

F= $\overbar{x\_{1}}(\overbar{x\_{2}}·x\_{3}·\overbar{x\_{5}}$ $∨$ $x\_{2}·$$\overbar{x\_{3}}·\overbar{x\_{4}})∨$ $x\_{1}·x\_{3}\left(x\_{2}·\overbar{x\_{5}}∨x\_{4}·x\_{5}\right)∨$

$∨$ $x\_{1}·\overbar{x\_{2}}(x\_{4}·x\_{5}∨x\_{3}·\overbar{x\_{4}}∨\overbar{x\_{3}}·\overbar{x\_{5}})$ (Sq = 33)

Факторное преобразование для МКНФ

F = $(\overbar{x\_{2}}∨\overbar{x\_{3}}∨\overbar{x\_{4}}∨x\_{5})·(x\_{1}$ $∨ \overbar{x\_{2}}∨x\_{3}∨\overbar{x\_{5}})·( x\_{1} ∨x\_{2} ∨\overbar{x\_{4}}∨x\_{5})·(\overbar{x\_{1}}∨\overbar{x\_{2}}$ $∨\overbar{x\_{4}})·$

$·(\overbar{x\_{1}}∨\overbar{x\_{3}}∨x\_{4})·(\overbar{x\_{1}}∨x\_{2}∨x\_{3})·(x\_{1}∨x\_{2}∨\overbar{x\_{3}})$ (Sq = 31)

F = $(\overbar{x\_{2}}∨\overbar{x\_{4}}∨\left(\overbar{x\_{3}}∨x\_{5}\right)(\overbar{x\_{1}}))·(x\_{1}$ $∨ \overbar{x\_{2}}∨x\_{3}∨\overbar{x\_{5}})·$

$\left( x\_{1} ∨x\_{2}∨(\overbar{x\_{4}}∨x\_{5}\right)(\overbar{x\_{3}}))·(\overbar{x\_{1}}∨\overbar{x\_{3}}∨x\_{4})·(\overbar{x\_{1}}∨x\_{2}∨x\_{3})$ (Sq = 29)

*Синтез комбинационных схем в булевом базисе*

F = $(\overbar{x\_{2}}∨\overbar{x\_{4}}∨\left(\overbar{x\_{3}}∨x\_{5}\right)(\overbar{x\_{1}}))·(x\_{1}$ $∨ \overbar{x\_{2}}∨x\_{3}∨\overbar{x\_{5}})·$

$\left( x\_{1} ∨x\_{2}∨(\overbar{x\_{4}}∨x\_{5}\right)(\overbar{x\_{3}}))·(\overbar{x\_{1}}∨\overbar{x\_{3}}∨x\_{4})·(\overbar{x\_{1}}∨x\_{2}∨x\_{3})$ (Sq = 29)

*Булевый базис с парафазными входами:*



Задержка схемы с парафазными входами T = 4t, цена схемы Sq = 29

*Булев базис с однофазными входами:*



Задержка схемы с однофазными входами T = 5t, цена схемы Sq = 34

**Замечание**

В качестве исходной аналитической формы, по которой построена схема с однофазными входами выбрана та же форма что и для схемы с парафазными входами. В этой форме все входные переменные используются в инверсном виде. Тем самым в схему потребуется дополнительно включить пять входных инверторов, в результате чего цена схемы увеличилась на пять.