

СЗУЧ. 1.ч. 1
Н-626

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА



3756 / 2-77

19/IX-77
13 - 10690

Н.М.Никитюк, Р.С.Раджабов, М.Д.Шафранов

БЛОК
ПАРАЛЛЕЛЬНОГО КОДИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИИ
С МНОГОПРОВОЛОЧНЫХ
ПРОПОРЦИОНАЛЬНЫХ КАМЕР

1977

13 - 10690

Н.М.Никитюк, Р.С.Раджабов, М.Д.Шафранов

БЛОК
ПАРАЛЛЕЛЬНОГО КОДИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИИ
С МНОГОПРОВОЛОЧНЫХ
ПРОПОРЦИОНАЛЬНЫХ КАМЕР

Направлено в ПТЭ

Объединенный институт
физических исследований
БИБЛИОТЕКА

Никитюк Н.М., Раджабов Р.С., Шафранов М.Д. 13 - 10690

Блок параллельного кодирования информации с многопроволочных пропорциональных камер

Описан блок параллельного кодирования информации с многопроволочных пропорциональных камер. Сжатие информации в нем производится за счет того, что исходная информация представляется как кодовое слово корректирующего кода Боуза-Чоудхури-Хоквингема. Затем в ЭВМ передается синдром этого кодового слова. Блок обеспечивает сжатие информации с 63 до 18 бит при одновременном срабатывании не более трех проволочек и содержит 63 микросхемы.

Приводится методика разработки подобных блоков, расчет ненулевых элементов поля Галуа и способ построения матрицы для данного случая.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1977

Для считывания информации с многопроволочных пропорциональных камер /МПК/ чаще всего применяются отдельные электронные схемы для каждой проволочки. Такое решение является довольно дорогостоящим, но простым и удобным, позволяющим использовать высокое пространственное разрешение, малое мертвое время и высокую эффективность регистрации многотрековых событий. При этом информация с МПК считывается и передается в память ЭВМ со всех проволочек камеры - независимо от числа сработавших проволочек. Так как мертвое время камеры и электроники считывания информации обычно менее 1 мкс, скорость набора статистики в основном определяется скоростью передачи данных в ЭВМ. Поэтому с ростом числа проволочек в установке резко падает скорость набора статистики и возрастает требуемый объем памяти. Но так как в камере одновременно срабатывает лишь небольшая часть от общего числа проволочек, объем значащей информации невелик относительно общего массива информации с МПК. Здесь четко выражено техническое противоречие: для того, чтобы повысить скорость набора статистики и уменьшить требуемый объем памяти, надо передавать информацию только со сработавших проволочек, а для того, чтобы определить номера всех сработавших проволочек, надо иметь информацию со всех проволочек камеры.

Для преодоления этого противоречия используют параллельное или последовательное кодирование информации с МПК. В качестве примеров параллельного кодирования информации можно указать схемы из работ^{/1,2,3/}, а последовательного - схемы из работ^{/4,5,6/}.

Последовательные системы кодирования информации сравнительно просты, не имеют ограничений по числу одновременно сработавших проволочек, но обладают довольно большим временем преобразования. Последнее является принципиальным недостатком таких систем.

Известные системы параллельного кодирования лишены этого недостатка, но при одновременном срабатывании двух и более проволочек в камере дают неоднозначный результат.

Авторами разработан новый подход к проблеме параллельного кодирования информации с МПК^{/7/}, в котором предлагается использовать синдром корректирующего кода, несущий всю информацию обо всех ошибках, возникших в кодовых словах.

На этом принципе построен описываемый ниже блок параллельного кодирования информации с МПК.

Блок представляет собой устройство, вычисляющее синдром кодового слова Боуза-Чоудхури-Хоквингема /БЧХ/. Рассматривается случай, когда число проволочек в камере $n = 63$ и число одновременно сработавших проволочек не превышает трех ($t \leq 3$).

Принципиальная схема такого устройства строится по проверочным соотношениям БЧХ кодов.

В общем случае проверочная матрица БЧХ кодов имеет вид:^{/8/}

$$H^T = \begin{vmatrix} 1 & 1 & \dots & 1 \\ a & a^3 & \dots & a^{2t-1} \\ a^2 & a^6 & \dots & a^{(2t-1)2} \\ a^3 & a^9 & \dots & a^{(2t-1)3} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a^{n-1} & a^{3(n-1)} & \dots & a^{(2t-1)(n-1)} \end{vmatrix} \quad /1/$$

Здесь a - примитивный элемент поля Галуа $GF(2^m)$ по модулю многочлена $f(X)$, n - длина кода /число проволочек в камере/, t - число ошибок, исправляемых данным кодом /максимальное число одновременно срабатывающих проволочек/.

Подставляя значения $n = 63$ и $t = 3$ в /1/, с учетом циклического характера БЧХ кодов получим:

$$H^T = \begin{vmatrix} 1 & 1 & 1 \\ a & a^3 & a^5 \\ a^2 & a^6 & a^{10} \\ a^3 & a^9 & a^{15} \\ \dots & \dots & \dots \\ a^{62} & a^{186} = a^{60} & a^{310} = a^{58} \end{vmatrix} \quad /2/$$

В качестве многочлена $f(X)$ нами выбран примитивный многочлен $f(X) = X^6 + X + 1$. Элемент поля a является корнем этого многочлена. Рассматривая каждый элемент поля как вектор, состоящий из m двоичных знаков, ненулевые элементы поля a^i ($0 \leq i \leq 62$) представим следующим образом:

$$\begin{aligned} a^0 &= 1 & = 100000 \\ a^1 &= a & = 010000 \\ a^2 &= a^2 & = 001000 \\ a^3 &= a^3 & = 000100 \\ a^4 &= a^4 & = 000010 \\ a^5 &= a^5 & = 000001 \end{aligned}$$

Так как a - корень многочлена $f(X) = X^6 + X + 1$, то $a^6 + a + 1 = 0$
и

$$\begin{aligned}
 a^6 &= 1 + a && = 110000 \\
 a^6 a &= a^7 = a + a^2 && = 011000 \\
 a^7 a &= a^8 = a^2 + a^3 && = 001100 \\
 a^8 a &= a^9 = a^3 + a^4 && = 000110 \\
 a^9 a &= a^{10} = a^4 + a^5 && = 000011
 \end{aligned}$$

$a^{10} a = a^{11} = a^5 + a^6$ или, подставляя $a^6 = a + 1$, получим:

$$a^{11} = 1 + a + a^5 = 110001$$

$a^{11} a = a^{12} = a + a^2 + a^6$ или, подставляя $a^6 = a + 1$ и учитывая,

что знак "+" означает сложение по модулю 2, получим:

$$a^{12} = 1 + a^2 = 101000$$

Аналогично вычисляются остальные элементы поля. Полностью все ненулевые элементы поля для рассматриваемого случая приведены в *приложении /см. таблицу/*.

Подставляя полученные значения a_i в /2/, получим искомую матрицу.

Полученная матрица имеет 63 строки и 18 столбцов, где номера строк соответствуют номерам проволочек, а номера столбцов - разрядам синдрома.

Из этого следует, что информация с МПК, содержащей 63 проволочки, будет сжата до 18 разрядов.

Составим проверочные соотношения по полученной матрице. Для этого по каждому столбцу выпишем номера строк, в которых содержатся единицы. Проверочное соотношение, полученное из первого столбца матрицы, запишем как первый разряд синдрома, проверочное соотношение, полученное из второго столбца, - как второй разряд синдрома и т.д.

Для построения блока нами выбраны микросхемы двух типов: восьмивходовая микросхема контроля четности и двухвходовая схема "Исключающее ИЛИ".

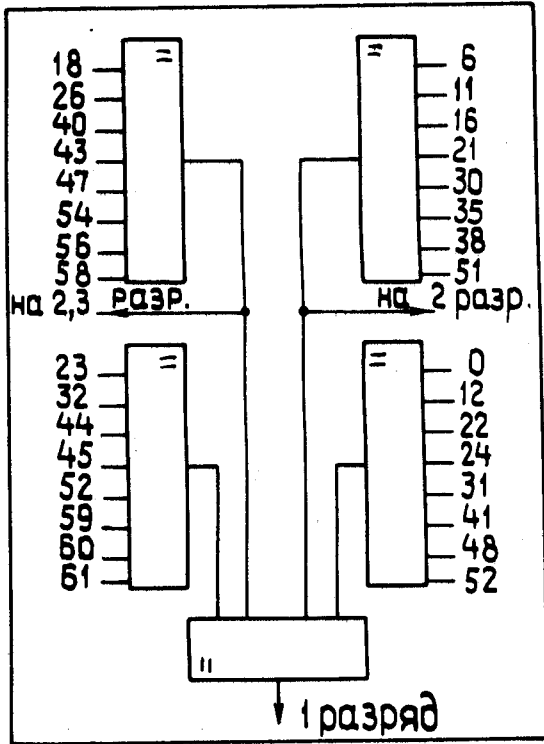
Проанализировав полученные проверочные соотношения, мы сгруппировали по 8 номера проволочек, входящих

в каждое из них, таким образом, чтобы была возможность использовать одну восьмивходовую микросхему контроля четности для формирования нескольких разрядов синдрома. Так, например, в проверочные соотношения для 1-го, 2-го, 3-го разрядов синдрома входят 18-я, 26-я, 40-я, 43-я, 47-я, 54-я, 56-я, 58-я проволочки. Если сигналы с этих проволочек подавать на входы одной микросхемы, то ее выход можно использовать для формирования 1-го, 2-го, 3-го разрядов синдрома. /На рис. 1а-г представлены принципиальные схемы формирования 1-го, 2-го, 3-го и 4-го разрядов синдрома соответственно. За счет этого удалось в 1,5 раза сократить число микросхем относительно требуемых по матрице и уменьшить нагрузку на выходе усилителей-формирователей.

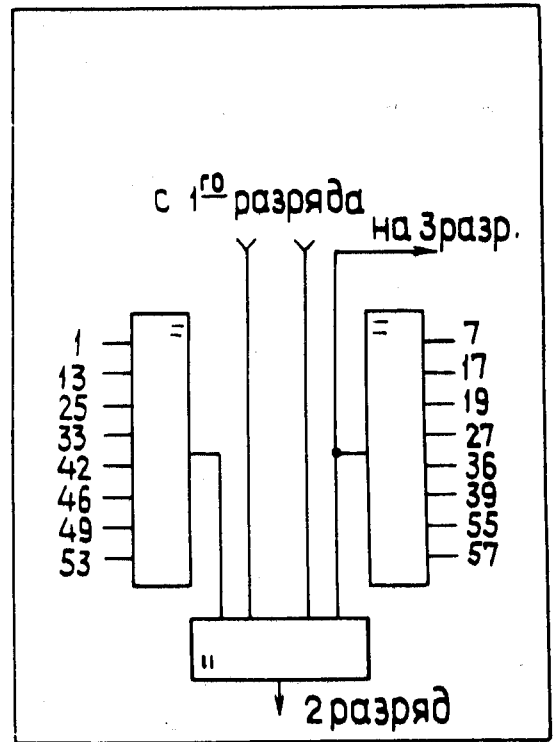
Преимуществом описываемого блока является то, что он работоспособен при подключении к его входам выходов усилителей-формирователей, а выходы его можно подключать непосредственно ко входам годоскопических ворот Г2-922^{/9/}. При этом сокращается объем электроники считывания информации с МПК.

Номера сработавших проволочек определяются обработкой полученного на выходе блока синдрома в соответствии с известным алгоритмом^{/8/}. Программа обработки синдрома содержит около 600 команд для ЭВМ типа ЕС 1010, время работы программы - 1,2 мс.

Немаловажным достоинством такого блока является то, что сохраняется возможность проверки правильности работы цепочки проволочка МПК - усилитель-формирователь - задержка - триггер регистра. Проверка обычно осуществляется подачей единиц на все проволочки камеры. Так как для блока слово, состоящее из одних нулей, аналогично слову из одних единиц, то при проверке на выходе блока должно быть слово из одних нулей. При наличии неисправностей появляются единицы, а при неисправности менее трех каналов можно определить их номера.

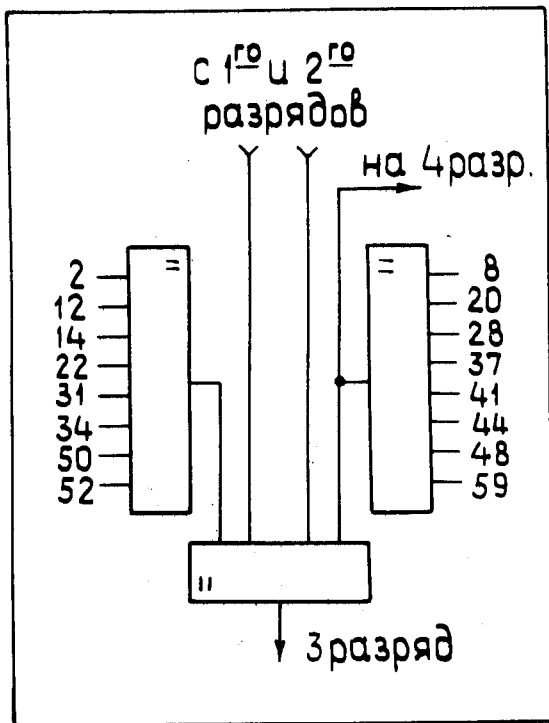


a/

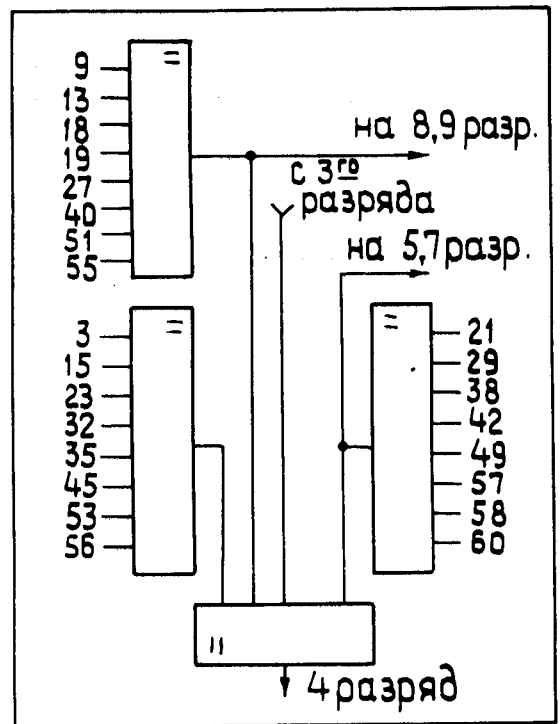


б/

Рис. 1а-г. Принципиальные схемы формирования 1-го, 2-го, 3-го, 4-го разрядов.



в/



г/

Приложение

Таблица

a^0	= 100000	a^{32}	= 100100
a^1	= 010000	a^{33}	= 010010
a^2	= 001000	a^{34}	= 001001
a^3	= 000100	a^{35}	= 110100
a^4	= 000010	a^{36}	= 011010
a^5	= 000001	a^{37}	= 001101
a^6	= 110000	a^{38}	= 110110
a^7	= 011000	a^{39}	= 011011
a^8	= 001100	a^{40}	= 111101
a^9	= 000110	a^{41}	= 101110
a^{10}	= 000011	a^{42}	= 010111
a^{11}	= 110001	a^{43}	= 111011
a^{12}	= 101000	a^{44}	= 101101
a^{13}	= 010100	a^{45}	= 100110
a^{14}	= 001010	a^{46}	= 010011
a^{15}	= 000101	a^{47}	= 111001
a^{16}	= 110010	a^{48}	= 101100
a^{17}	= 011001	a^{49}	= 010110
a^{18}	= 111100	a^{50}	= 001011
a^{19}	= 011110	a^{51}	= 110101
a^{20}	= 001111	a^{52}	= 101010
a^{21}	= 110111	a^{53}	= 010101
a^{22}	= 001011	a^{54}	= 111010
a^{23}	= 100101	a^{55}	= 011101
a^{24}	= 100010	a^{56}	= 111110
a^{25}	= 010001	a^{57}	= 011111
a^{26}	= 111000	a^{58}	= 111111
a^{27}	= 011100	a^{59}	= 101111
a^{28}	= 001110	a^{60}	= 100111
a^{29}	= 000111	a^{61}	= 100011
a^{30}	= 110011	a^{62}	= 100001
a^{31}	= 101001	a^{63}	= 100000

Краткая характеристика блока

1. Входные и выходные уровни - ТТЛ.
2. Единице соответствует низкий уровень.
3. Выход с открытым коллектором.
4. Число входов - 63.
5. Число выходов - 18.
6. Задержка преобразования - 65 ± 5 нс.
7. Питание - +6 В, 1,8 А.

Следует отметить, что такие приборы могут быть полезны при необходимости считывать информацию с большого числа датчиков в том случае, когда одновременно срабатывает не более 3 датчиков.

Очевидно, что если по условиям задачи требуется регистрировать большее число одновременно сработавших датчиков, то можно разработать прибор, позволяющий удовлетворить этому требованию.

Литература

1. Гузик З., Турала М., Цисек З. ОИЯИ, 13-6317, Дубна, 1972.
2. Басиладзе С.Г., Гузик З. ОИЯИ, Р13-7492, Дубна, 1973.
3. Lee L.Y. Патент США №3777161, кл. 250-361.
4. Hartill D.L. Международное совещание по методике проволочных камер. Дубна, 1975. ОИЯИ, Д13-9164, Дубна, 1975, с.124-127.
5. Гузик З., Турала М. ОИЯИ, Р13-6448, Дубна, 1972.
6. Басиладзе С.Г. и др. ОИЯИ, 13-10026, Дубна, 1976.
7. Никитюк Н.М. и др. ОИЯИ, Р13-10689, Дубна, 1977.
8. Питерсон У. Коды, исправляющие ошибки. "Мир", М., 1964.
9. Аблеев В.Г. и др. ОИЯИ, 13-8829, Дубна, 1975.

Рукопись поступила в издательский отдел
25 мая 1977 года.