

**ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА**

P10-85-940

А.Н.Комолов, Н.М.Никитюк, А.И.Номоконова,
А.Л.Светов

**ПРИМЕНЕНИЕ ПАРАЛЛЕЛЬНОГО ШИФРАТОРА
В МОДИФИЦИРОВАННОМ КОДЕ ГРЕЯ
ДЛЯ РЕГИСТРАЦИИ КЛАСТЕРОВ**

Направлено в журнал "Приборы и техника
эксперимента"

1985

Код Грея широко используется в различных устройствах автоматики, вычислительной техники и ядерной электроники. В ядерном приборостроении код Грея применяется в оцифровывающих годоскопах /1/, в прецизионных время-амплитудных преобразователях /2/ и в схемах регистрации данных от МПК и от дрейфовых камер /3/. Этот код имеет следующие положительные качества:

- так же, как и обычный код, он является оптимальным, так как для кодирования данных, регистрируемых от n позиционно-чувствительных датчиков, достаточно \log_2^n двоичных разрядов;
- при регистрации сигналов, поступающих от двух одновременно-срабатывающих соседних датчиков, получается суммарный код (булева сумма), значение которого равно одному из слагаемых;
- в качестве элементной базы для создания шифраторов, так же, как и в обычном коде, можно использовать смесители (Ф.Э.У.), элементы ИЛИ).

Таким образом, с помощью шифраторов в коде Грея можно регистрировать двойные кластеры. Под кластером мы будем понимать одновременное срабатывание соседних датчиков (сцинтилляторов, проволочек МПК и проч.) от одной заряженной частицы. С целью регистрации двойных кластеров в работе /4/ для построения шифратора используется сумматор по модулю два. Для надежной регистрации данных от выходов таких сумматоров необходима тщательная подгонка строб-импульса на входах синхронизации Д-триггеров.

Как было показано в работе /5/, кодирование данных с помощью "классического" кода в ряде позиций не обеспечивает однозначную регистрацию двойных кластеров. С целью устранения этой неопределенности в работах было предложено ввести по определенному правилу еще один дополнительный разряд /6,7/. Например, если код Грея имеет 6 разрядов, то, вводя еще один избыточный разряд, можно закодировать 63 датчика, но зато при этом устраняется неоднозначность при регистрации двойных кластеров по всем позициям. По аналогии, можно показать что, используя большое количество избыточных разрядов, можно однозначно и при больших n довольно экономичным и простым способом регистрировать кластеры большой длины.

Разработка шифраторов для регистрации кластеров стимулируется также широким использованием в прикладных исследованиях МПК со считыванием данных как от анодной, так и катодной плоскости /8-10/. При этом, как показано в работе /10/, с достаточной степенью точности можно регистрировать тройные кластеры и координаты двух соседних проволочек, расположенных слева и справа. С помощью шифраторов, описанных в работах /8,9/, можно однозначно регистрировать только тройные кластеры. При срабатывании одиночных и двух соседних проволочек схе-

Объединенный институт
ядерных исследований
Обл. Липецкая

ма работает неверно. Чтобы обеспечить срабатывание от одной заряженной частицы только трех соседних проволочек, требуется камера с малым шагом намотки и создание специального режима ее работы. В цитируемых работах на 24 проволочки требуется 7 усилителей-смесителей. Применение приоритетных шифраторов /IO/ приводит к усложнению регистрирующей электроники и к увеличению времени набора статистики. Для однозначной регистрации не только тройных кластеров, но и определения позиции сработавших одной и двух соседних проволочек в данной работе предлагается использовать модифицированный код Грея с тремя дополнительными разрядами. Рассмотрим три таблицы. В таблице I приведен 6-разрядный код с тремя избыточными разрядами. Видно, что все 63 кодовых слова различны. Отметим, что код Грея получается из обычного двоичного кода следующим образом. Исходное двоичное число сдвигается вправо (в сторону младших разрядов) на одну позицию. При этом сдвинутый самый младший разряд теряется. Затем сдвинутое слово складывается по модулю два с первоначальным.

В табл. 2 приведены те значения кодовых слов, которые получаются при поразрядном суммировании по правилам булевой суммы всевозможных двух строк исходного кода (табл.1). Например, складывая первую и вторую, вторую и третью строки соответственно, получим:

√	100000	I00	√	110000	00I
	<u>110000</u>	00I		<u>010000</u>	010
	110000	I0I		110000	01I

и т.д.

В табл. 3 приведены кодовые слова, которые получены путем поразрядного суммирования всевозможных трех соседних строк исходного кода. Например, складывая 1,2,3 и 2,3,4 строки соответственно, получим:

√	100000	I00	√	110000	00I
	<u>110000</u>	00I		<u>010000</u>	010
	<u>010000</u>	010		<u>011000</u>	I00
	110000	III		111000	III

В совокупности в табл. 1,2 и 3 содержится $63+62+61=186$ различных кодовых слов. Тем самым гарантируется регистрация всех одиночных срабатываний проволочек, а также двойных и тройных кластеров. Созданный шифратор имеет 63 входа и 9 выходов. На рис. 1 в качестве примера приведена принципиальная схема для формирования первого разряда. Поскольку разряды кода Грея не имеют веса, то какие разряды в таком коде являются старшими или младшими несущественно.

Микросхемы M1-M4 используются в качестве элементов ИЛИ. На входы этих элементов подаются логические сигналы от тех усилителей МПК, номерам которых соответствует наличие единиц в первом столбце исход-

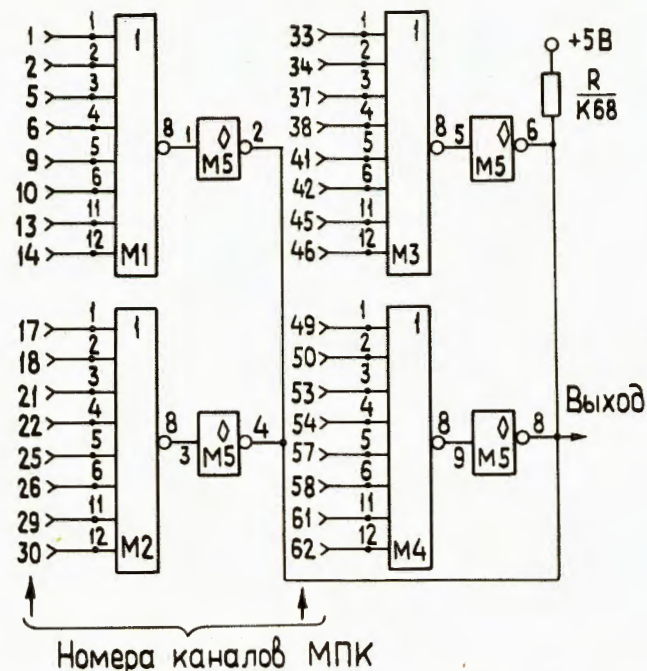


Рис.1. Принципиальная схема формирования сигнала первого разряда. Микросхемы: M1-M4-KI55ЛA2, микросхема M5-KI55ЛH2.

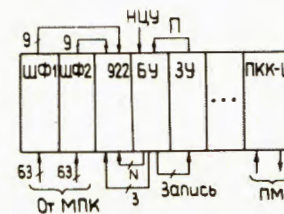


Рис. 2. Блок-схема аппаратуры. ШФ1, ШФ2-шифраторы, ГД22-гомоскоп, БУ-блок управления, ЗУ-блок динамической памяти, ППК-последовательный кредит-контроллер типа Л, ПМ-последовательная магистраль, N - номер станции годоскопа, 3-шина запрета, НЦУ-начало цикла ускорения, П-переполнение.

ного кода (табл.1). Максимальное число единиц - 32, содержится в первых шести столбцах. Для преобразования кода, получаемого на выходах предлагаемого шифратора в двоичный код, можно использовать модуль ПИЗУ. Выходы микросхем MI-M4 объединяются с помощью элементов проводное ИЛИ. Аналогично создаются схемы для формирования остальных 8 разрядов.

Очевидно, что если требуется построить шифратор, имеющий более широкие функциональные возможности, необходимо вводить большее число дополнительных разрядов. Во избежание ошибок, особенно при больших числах, эту процедуру удобно выполнять на ЭВМ. Следует отметить, что эффективность такого кода существенно растет с ростом числа входов шифратора. Так при $n = 63$ и при наличии 3-х дополнительных разрядов отношение $63/9=7$, а при $n = 1023$ отношение $1023/9=114$. Разработанный шифратор используется для построения профиля пучка заряженных частиц и позволяет существенно сэкономить количество блоков типа /II/, которые предназначены для регистрации и запоминания сигналов, поступающих от МПК.

На рис.2 приведена блок-схема аппаратуры. Она состоит из двух шифраторов, годоскопа, блока управления, блока динамического запоминающего устройства емкостью $4K \times 16$ бит и контроллера типа L /I2/. Запись данных в блок памяти происходит в течение времени сброса пучка (0,4 с). Блок управления служит для организации работы крейта КАМАК независимо от контроллера. Он вырабатывает следующие сигналы: цикл КАМАК на магистрали; номер станции годоскопа, цикл записи в память и сигнал запрета, который поступает на годоскоп в течение записи кода в память. Блок памяти вырабатывает сигнал переполнения. Цикл записи не превышает 2 мкс. Примерно через 8 с после поступления сигнала "Начало ускорения" с помощью ЭВМ через последовательную магистраль КАМАК происходит считывание данных из блока динамической памяти в память машины.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Как известно, коды, исправляющие ошибки, широко используются для повышения надежности работы различных устройств вычислительной техники, систем передачи и приема информации.

В предлагаемой работе показано, каким образом, используя аппаратную избыточность, можно создавать устройства, имеющие специфические характеристики. Как показано в работах /5-7/, код Грея является суперпозиционным кодом, и поэтому шифраторы такого кода создаются на основе смесителей как световых, так и электрических сигналов. Можно создать также суперпозиционный код для регистрации не только одиночных кластеров, но и независимых событий /7/.

С учетом результатов нашей работы, а также данных работ, приведенных в /13,14/, можно сделать оптимистичные выводы об использовании теории корректирующих кодов в приборостроении следующего поколения.

Таблица I

Шестизарядный код Грея с тремя дополнительными разрядами

№	Код Грея	ДР	№	Код Грея	ДР
1.	100000	100	33.	100011	000
2.	110000	001	34.	110011	000
3.	010000	010	35.	010011	001
4.	011000	100	36.	011011	100
5.	111000	000	37.	111011	010
6.	101000	000	38.	101011	010
7.	001000	010	39.	001011	000
8.	001100	001	40.	001111	001
9.	101100	110	41.	101111	110
10.	111100	000	42.	111111	000
11.	011100	000	43.	011111	000
12.	010100	100	44.	010111	100
13.	110100	001	45.	110111	001
14.	100100	010	46.	100111	000
15.	000100	000	47.	000111	000
16.	000110	010	48.	000101	010
17.	100110	100	49.	100101	100
18.	110110	001	50.	110101	001
19.	010110	000	51.	010101	000
20.	011110	100	52.	011101	100
21.	111110	000	53.	111101	000
22.	101110	010	54.	101101	010
23.	001110	000	55.	001101	000
24.	001010	001	56.	001001	001
25.	101010	110	57.	101001	110
26.	111010	000	58.	111001	000
27.	011010	000	59.	011001	000
28.	010010	100	60.	010001	100
29.	110010	001	61.	110001	001
30.	100010	010	62.	100001	000
31.	000010	010	63.	000001	100
32.	000011	010			

ДР-дополнительные разряды

Таблица 2

Булева сумма двух соседних слов модифицированного кода Грея

№	Сумма	№	Сумма
1.	II0000IOI	32.	IO00IIII0
2.	II00000II	33.	II00IIIOI
3.	OII000II0	34.	II00II00I
4.	IIII000I00	35.	OII0IIII00
5.	IIII000000	36.	IIII0IIII0
6.	IOII0000IO	37.	IIII0II0IO
7.	00II0000II	38.	IOII00II0I
8.	IOII00IIII	39.	00IIII000I
9.	IIII00II0	40.	IOIIIIII0
10.	IIII000000	41.	IIIIIIII0
11.	OIIII00I00	42.	IIIIII0000
12.	II0II00I00	43.	OIIIIIIII0
13.	II0II000II	44.	II0IIII0I
14.	IO0I0000II	45.	II0IIII00I
15.	000I000IO	46.	IO0IIII000
16.	IO0II0II0	47.	000IIII0IO
17.	II0II0IOI	48.	IO0IOIIII0
18.	II0II000I	49.	II0IOII0I
19.	OIIII0IO00	50.	II0IOI00I
20.	IIIIII0I00	51.	OIIII0II00
21.	IIIIII00IO	52.	IIIIII0I00
22.	IOIIII00IO	53.	IIIIII0IO0
23.	00IIII000I	54.	IOIIII0IOI
24.	IOIOI0I0II	55.	00II0I0I0I
25.	IIIOI0I0	56.	IOI00IIII
26.	IIIOI0000	57.	III00IIII0
27.	OII0I0I0I	58.	III00I000
28.	II00I0I0I	59.	OII00II00
29.	II00I00IO	60.	II000II0I
30.	IO00I00IO	61.	II000I00I
31.	0000II0IO	62.	IO000II00

Таблица 3

Булева сумма трех соседних слов модифицированного кода Грея

№	Сумма	№	Сумма
1.	II0000IIII	32.	II00IIII0
2.	IIII000IIII	33.	II00IIIOI
3.	IIII000II0	34.	IIII0II0I
4.	IIII000I00	35.	IIII0IIII
5.	IIII0000IO	36.	IIII0IIII0
6.	IOII0000II	37.	IIII0II0IO
7.	IOII0000II	38.	IOIIII00II
8.	IIII0000II	39.	IOIIIIIIII
9.	IIII000II0	40.	IIIIIIIIII
10.	IIII000I00	41.	IIIIIIII0
11.	IIII000IOI	42.	IIIIIIII00
12.	II0II000II	43.	IIIIIIII0I
13.	II0II0000II	44.	II0IIII0I
14.	IO0II000IO	45.	II0IIII00I
15.	IO0II000II0	46.	IO0IIII0IO
16.	II0II000II	47.	IO0IIIIII0
17.	II0II000I0I	48.	II0II0IIII
18.	IIIIII00I0I	49.	II0II0II0I
19.	IIIIII00I00	50.	IIIIII0II0I
20.	IIIIII00II0	51.	IIIIII0II00
21.	IIIIII000IO	52.	IIIIII0IIII0
22.	IOIIII000II	53.	IIIIII0IOIO
23.	IOIIII000II	54.	IOIIII00II
24.	IIII0000II	55.	IOII00IIII
25.	IIII0000II0	56.	IIII00IIII
26.	IIII0000I00	57.	IIII00IIII0
27.	IIII0000I0I	58.	IIII00II00
28.	II00I000II	59.	IIII00II0I
29.	II00I000II	60.	II0000II0I
30.	IO00I00IO	61.	II0000II0I
31.	IO00I00II0		

ЛИТЕРАТУРА

- I. Pellet D.E., Erwin J., Faulkner D. a.o. A Gray code hodoscope and Yast buffer for beam particle. Nucl Instrum. and Meth, 1974, v.115, No 1, p.135-139.

2. Festa E, Sellem R. A multistep time-to-digital converter. Nucl. Instrum. and Meth., 1981, v,188, No.1, p.99-104.
3. Eggert K., Engster C., Koningsveld a.o. Multiple time digiters and trigger system for drift chambers. Препринт CERN-EP/80-85, Geneva, 1980, 12p.
4. Раджабов Р.С. Шифратор для пропорциональных камер. ПТЭ, 1979. № 6, с.64-66.
5. Никитюк Н.М. Вопросы оптимального кодирования данных в годоскопических системах, ПТЭ, 1983, № 3, с.74.
6. Никитюк Н.М. Сцинтилляционный годоскоп. Авт.свид.СССР № 991835 от 17.04.81, Бюл. ОИ, 1985, № 5, с.209.
7. Никитюк Н.М. Оптимальное кодирование в сцинтилляционных годоскопах. Препринт ОИЯИ, Р10-85-364, Дубна, 1985.
8. Kitamoto S., A new read-out method for multiwire proportional counters. Nucl. Instrum. and Meth., 1982, vol.198, No.3, p.595-597.
9. Beek H.E., Mels W.A., Brinkman A.C. A MWPC read-out system with novel proton identification capabilities. IEEE Trans.on Nucl. Sci., 1984, vol. N S-31, No.1, p.45-47.
10. Jeavons A.P., Fora N., Lindberg B. a.o. Two-dimensional proportional chamber read-out using digital techniques. IEEE Trans.on Nucl. Sci., 1976, vol. NS-23, No.1, p.259-263.
11. Аблеев В.Т., Арефьев В.А., Басиладзе С.Г. Исследование пропорциональных камер с регистрирующей электроникой, переданной в производство фирмы Полон. Сообщение ОИЯИ, № 13-8823, Дубна, 1975.
12. Даматов Я.М., Дечинпунцаг Ч., Никитюк Н.М. Номоконова А.И., Семенов В.Н. Контроллер каркаса для последовательной системы КА-МАК. Управляющие системы и машины, 1981, № 3, с.115-117.
13. Никитюк Н.М. Раджабов Р.С., Шафранов М.Д. Блок параллельного кодирования информации с многопроволочных пропорциональных камер. ПТЭ, 1978, № 4, с.95-97.
14. Стахов А.П. Фабоначчевы двоичные позиционные системы считления. Сб. "Кодирование и передача дискретных сообщений в системах связи". Под ред. Блох Э.Л., "Наука", М.1976, с.155-179.

Рукопись поступила в издательский отдел
25 декабря 1985 года.

Комолов А.Н. и др.

P10-85-940

Применение параллельного шифратора в модифицированном коде Грея для регистрации кластеров

Описан модифицированный код Грея, который используется для построения быстродействующего параллельного шифратора. С помощью такого шифратора можно регистрировать координаты не только одиночных проволочек в многопроволочных пропорциональных камерах (МПК), но и определять координаты двойных и тройных кластеров. Вводя дополнительную избыточность, можно регистрировать также координаты кластеров и большей длины. Приведен метод построения шифратора, содержащего 63 входа и 9 выходов. Быстродействие устройства определяется типом используемых элементов ИЛИ. Использование таких шифраторов позволит существенно повысить скорость набора статистики при регистрации данных от пучковых камер и в МПК с катодным считыванием.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1985

Перевод О.С.Виноградовой

Komolov A.N. et al.

P10-85-940

Application of Parallel Coder in a Modified Gray Code for Cluster Registration

A modified Gray code for designing very fast parallel coder is described. Using such a coder one can get the coordinates for not only a single wires in MWPC, but also for the double and triple clusters. Introducing additional excessiveness, one can get the coordinates for even larger width clusters. The method for designing a coder with 63 inputs and 9 outputs is presented. The rapidity of device depends on the type of used "OR"-elements. Usage of such coders could considerably increase data acquisition for beam MWPC with cathode read-out.

The investigation has been performed at the Laboratory of High Energies, JINR.

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1985