

**СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА**

P10-86-609

**А.В.Беляев, Н.Г.Симонова, С.К.Слепнев,
Ю.И.Сусов**

**ПОИСК НОМЕРА КАДРА
В СИСТЕМЕ ФИЛЬТРАЦИИ
В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ НА НРД**

1986

В работе описывается алгоритм обработки кода номера кадра и его реализация в программах, работающих на центральной ЭВМ системы сканирующего автомата НРД в режиме фильтрации в реальном времени.

Каждый кадр пленки, полученной на физической установке с фильмо-вым съемом информации и предназначенной для обработки на измерительном устройстве, сопровождается стандартным набором служебной информации (см. рис. I).

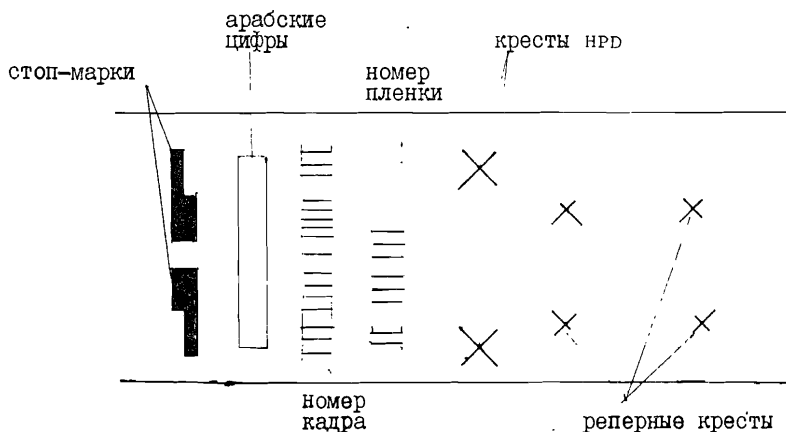


Рис. I

В этот набор входят:

- а) стоп-марки, по которым осуществляется автоматическая остановка кадра в фильмовом окне измерительного прибора;
- б) арабские цифры, предназначенные для операторов полуавтоматических приборов и характеризующие такие особенности кадра, как номер пленки, номер кадра, номер проекции, дату экспозиции и пр.;
- в) номер кадра и номер пленки, закодированные специальным образом, удобным для обнаружения и дешифрации на автоматических приборах, где оператор не видит изображения кадра;

г) специальные реперные кресты, предназначенные для обработки на автоматических и полуавтоматических устройствах, так называемые "кресты НРД";

д) собственно реперная система кадра, позволяющая связывать элементы плоского изображения на каждом стереоснимке с объемом камеры. Кодированный номер является первым объектом, обрабатываемым на каждом измеряемом на автоматическом приборе кадре, и служит для:

а) идентификации номера кадра, находящегося в फिल्मовом окне прибора;

б) первоначальной грубой привязки системы координат кадра к системе координат измерительного прибора.

Для пояснения второй задачи следует заметить, что фотографирование объема детектора ведется несколькими фоторегистраторами автоматически, с большой скоростью. Обработка каждого кадра зачастую многоэтапная: просмотр, предварительные измерения, окончательные измерения - выполняется на разных устройствах с разной точностью. При окончательных измерениях на сканирующем автомате при обычной нехватке вычислительной мощности и объема оперативной памяти важно максимально сократить количество обрабатываемой информации. Наилучшим способом для этого служит точное выделение объектов сканирования и возможно более жесткая привязка предварительных измерений к кадру. Для реализации этой задачи используется служебная информация, в том числе и кодированный номер кадра, с которым в режиме фильтрации в реальном времени связывается так называемая BIT-система, абсцисса которой x определяется началом штрихов номера кадра, а ордината y - положением первого штриха нечетного номера кадра. BIT-система связана с системой координат НРД через параметры x_0, y_0 (см. рис. 2).

Четырехзначный номер кадра наносится на пленку в виде штрихов (бит) длиной 1,5-2 мм и толщиной 0,1-0,2 мм, которыми шифруется двоично-десятичное представление каждой цифры (см. рис. 2). Биты располагаются поперек кадра. Все возможные положения бит на кадре образуют так называемую "штриховую гребенку", расстояние между зубцами которой (возможные положения бит) должны быть одинаковыми и равняться примерно 1 мм. Каждая единица двоично-десятичного кода изображается штрихом, ноль - отсутствием штриха. Для увеличения эффективности поиска номера применяется избыточный код, в котором на каждую десятичную цифру отводится восемь позиций штриховой гребенки. Первые четыре позиции - двоично-десятичный (прямой) код цифры, последующие четыре позиции (проверочный код) формируются по такому правилу:

- если число в прямом коде четное, проверочный код повторяет прямой, например, цифра 3 представляется так:

$\overline{1100} \quad \overline{1100}$
 прямой код проверочный код

- в противном случае проверочный код представляет собой обратный относительного прямого, например, цифра 4 представляется так:

$\overline{0010} \quad \overline{1101}$
 прямой код проверочный код

Такая кодировка при наличии одной помехи или отсутствии одного штриха всегда позволяет однозначно декодировать цифру. Важным свойством этого кода является наличие четырех бит в коде любой цифры. Цифра 0 кодируется как 10, т.е. записывается в виде 01010101, поэтому и для нее справедливо указанное выше свойство. На рис. 2 показано, как кодируется на пленке номер кадра 4321.

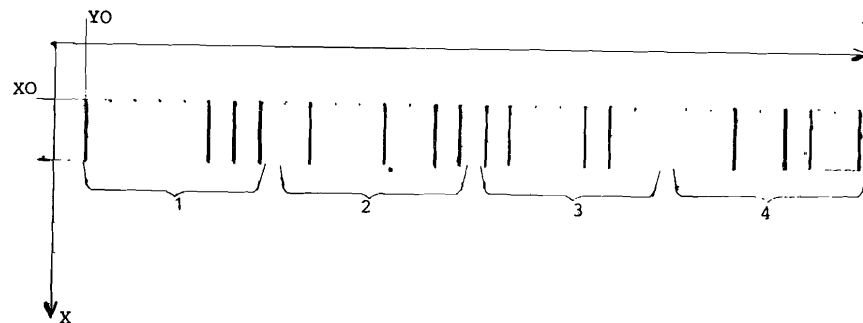


Рис. 2

Сканирующий автомат кодирует изображение в виде набора "сканлиний" /1/. В идеальном случае каждая сканлиния из зоны номера кадра должна содержать 16 трековых отсчетов (y -координат), значения которых соответствуют положению штрихов на кадре. Однако ввиду:

- погрешностей, возникающих при фотографировании (нечеткая работа аппаратуры /2/, смещение и дефекты пленки);
- неровностей обреза пленки;
- появления шумовой информации и царапин при выделении y -координат, принадлежащих номеру, возможен захват "чужих" или потеря "своих" точек. На реальных пленках, к сожалению, расстояние между соседними битами - шаг штриховой гребенки, по длине номера меняется в достаточно больших пределах. На некоторых пленках расстояние первой позиции штриховой гребенки от края пленки изменяет-

ся в широком диапазоне даже в пределах одного рулона. Использование известного алгоритма /4/ декодировки номера при обработке такой информации приводило к тому, что в ряде случаев номер кадра либо декодировался неверно, либо вовсе не декодировался. Описанный ниже алгоритм позволяет быстро и надежно декодировать номер в достаточно "тяжелых" ситуациях.

Схема алгоритма такова:

1) последовательно перебирая информацию с НРД, выбираем контрольную сканлинию, в которой содержится не менее $\text{MIN } Y$ -координат.

MIN - минимально необходимое число отсчетов, при котором номер еще может быть декодирован. В программе значение MIN выбрано равным 12;

2) в последующих сканлиниях определяем m - число Y -координат, для которых выполняется условие:

$$\left| Y_J^{(1)} - Y_I^{(K)} \right| \leq \text{BITW}; \quad (I)$$

здесь $Y_J^{(1)}$ - J -ая координата контрольной сканлинии
 $Y_I^{(K)}$ - I -ая координата K -ой сканлинии
 BITW - допустимый разброс положения штриха.

Если для K -ой сканлинии $m < \text{MIN}$, добавляется I в счетчик NB .

Если же $m \geq \text{MIN}$, увеличивается на I значение NG , и для каждого $Y_J^{(1)}$, для которого выполняется условие (I), добавляется I в счетчик $C(J)$.

Если в процессе переборки NB превышает допустимое значение, процесс прекращается, и выбирается новая контрольная сканлиния. Если NG достигает заданного значения, из контрольной сканлинии в массив Y выбираются Y -координаты, для которых $C(J) > \text{NG} - \text{NB}$. Число элементов в массиве Y должно быть не менее MIN , в противном случае выбирается новая контрольная сканлиния.

3) По выбранным Y -координатам создается двоичный образ номера - (массив NIST) - набор "1" и "0", соответствующих положению штрихов на пленке. Число элементов набора должно отражать 32 позиции штриховой гребенки, но, учитывая возможность захвата "чужих" точек, делаем его с запасом: массив NIST содержит 40 позиций. "1", соответствующая первому слева штриху, помещается в 7-ю позицию. Это позволяет предусмотреть ситуацию, в которой отсутствует часть штрихов младшей цифры номера кадра.

Если в массив Y отобрано большое число Y -координат, возможны несколько вариантов выделения образа номера. Число вариантов $V = N - \text{MIN}$, где N - число Y -координат, выбранных из контрольной сканлинии в массив Y .

Допускается иметь в массиве NIST не более 8 "0" подряд, в противном случае вариант бракуется.

Вариант считается хорошим, если содержит не менее MIN "1" и номер старшей позиции массива NIST , содержащей "1", не менее 29. Если вариант забракован, переходим к новому, начиная построение массива NIST со следующего элемента из массива Y , если это возможно.

Блок-схема формирования массива NIST представлена на рис. 3. На ней используются следующие обозначения.

BITS - расстояние между штрихами
 BITD - допустимый разброс расстояний между штрихами
 Y_C - значение Y -координаты текущего элемента, помещенного в массив NIST ; по нему вычисляются допустимые границы положения штриха:

$$Y_L = Y_C - \text{BITD}, \\ Y_R = Y_C + \text{BITD};$$

I - номер элемента в массиве Y , от которого начинаем построение массива NIST ;

J - номер текущего элемента в массиве Y ;

N - номер позиции в массиве NIST ;

L - счетчик нулевых элементов в массиве NIST , расположенных друг за другом;

N - число элементов в массиве Y ;

V - число возможных вариантов построения массива NIST ;

ADRY - адрес последнего помещенного в NIST ненулевого элемента.

4) По данным из массива NIST пытаемся дешифровать номер кадра. Полученная избыточность данных в массиве позволяет рассмотреть 9 вариантов дешифрации. Обработку NIST начинаем со старшей, 40-й позиции. При смене варианта смещаемся на одну позицию влево. Собственно декодировка для рассматриваемого варианта выполняется по каждой отдельной цифре, т.е. по 8 позициям массива NIST . Наилучший вариант цифры определяется по заранее подготовленной таблице. Таблица составляется следующим образом: восьмибитовый код исследуемой цифры является адресом, по которому находится наиболее вероятная цифра для данного набора "0" и "1" и количество ошибок (т.е. несовпадений). Если данное сочетание "0" и "1" однозначно не дешифрируется, в таблице записан код соответствующей ошибки. Для каждого варианта запоминается дешифрованный код номера кадра и суммарное число ошибок во всех цифрах.

Среди всех рассмотренных вариантов выбирается тот, в котором число ошибок наименьшее.

В программе задается диапазон возможных изменений старшей цифры в коде номера, например, от 0 до 1. Тогда в случае, если первая цифра

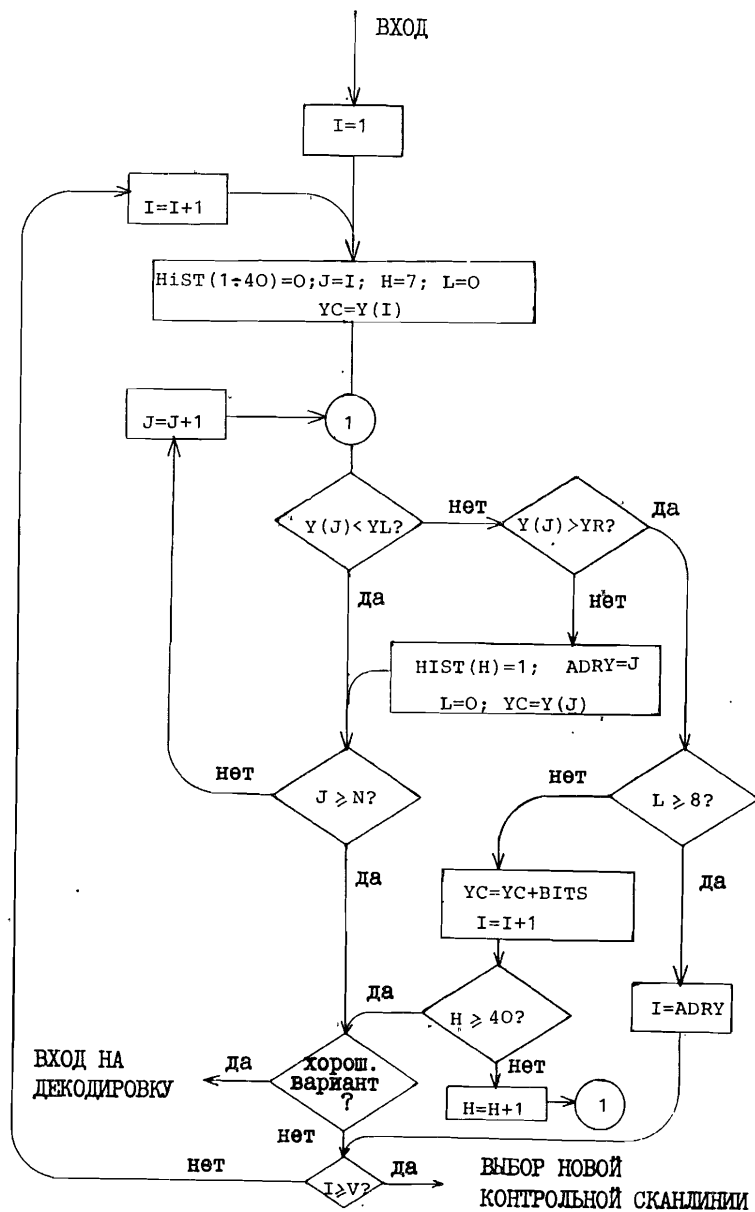


Рис. 3

была декодирована как 3, оставшиеся цифры не анализируются, и вариант бракуется.

В программе используются два способа нахождения номера: поиск произвольного и поиск заданного номера кадра. При обработке конкретной пленки в программе всегда известно, какой номер кадра должен обрабатываться. В этом случае каждая цифра анализируемого варианта сравнивается с соответствующей цифрой в ожидаемом номере. Очевидно, что такой способ занимает меньше времени.

Если в результате перебора всех вариантов так и не смогли декодировать номер, пытаемся построить новый массив HIST, если это возможно, или переходим к определению новой контрольной сканлинии.

5) После того как номер кадра декодирован, определяется положение бит-системы, т.е. координаты x_0 , y_0 .

За x_0 принимается значение x -координаты контрольной сканлинии.

y_0 — это значение y -координаты первого штриха для нечетных номеров 32-разрядной штриховой гребенки. Значение y_0 вычисляется по следующей формуле:

$$y_0 = y_{\text{FIRST}} + [(n_M - 7) - 31] * \text{BITS};$$

здесь y_{FIRST} — значение самой младшей y -координаты в декодированном номере, которая попадает в 7-ю позицию массива HIST; n_M — адрес самой старшей y -координаты в массиве HIST.

6) Наконец, по реальному положению штрихов на пленке, как и в /4/, методом наименьших квадратов уточняется значение BITS. Значение y -координаты для любого штриха вычисляется по формуле

$$y_j = y_0 + (n_j - n_0) * \text{BITS};$$

n_0 — адрес y_0 ,

n_j — адрес y_j в массиве HIST.

Заключение

Описанный выше алгоритм определения номера кадра реализован на языке СОДАР-1 ЭВМ CDC 1604-A и занимает 340 48-разрядных слов. Время обнаружения и декодирования номера кадра в зависимости от качества пленки составляет от 40 до 250 мс. За это время измерительный стол НРД. проходит расстояние от 1 до 6 мм.

Литература

1. Симонова Н.Г., Сусов Ю.И. РГО-12Г72, Дубна, 1979.
2. Семенов В.Н., Руквишников В.П. ПТЭ, 1976, № 5, с. 76-79.
3. Алмазов В.Н. и др. Р13-85-265, Дубна, 1985.
4. Шигаев В.Н. ОИЯИ, IO-5968, Дубна, 1971.

Рукопись поступила в издательский отдел
10 сентября 1986 года.

НЕТ ЛИ ПРОБЕЛОВ В ВАШЕЙ БИБЛИОТЕКЕ?

Вы можете получить по почте перечисленные ниже книги, если они не были заказаны ранее.

D2-82-568	Труды совещания по исследованиям в области релятивистской ядерной физики. Дубна, 1982.	1 р. 75 к.
D9-82-664	Труды совещания по коллективным методам ускорения. Дубна, 1982.	3 р. 30 к.
D3,4-82-704	Труды IV Международной школы по нейтронной физике. Дубна, 1982.	5 р. 00 к.
D11-83-511	Труды совещания по системам и методам аналитических вычислений на ЭВМ и их применению в теоретической физике. Дубна, 1982.	2 р. 50 к.
D7-83-644	Труды Международной школы-семинара по физике тяжелых ионов. Алушта, 1983.	6 р. 55 к.
D2,13-83-689	Труды рабочего совещания по проблемам излучения и детектирования гравитационных волн. Дубна, 1983.	2 р. 00 к.
D13-84-63	Труды XI Международного симпозиума по ядерной электронике. Братислава, Чехословакия, 1983.	4 р. 50 к.
D2-84-366	Труды 7 Международного совещания по проблемам квантовой теории поля. Алушта, 1984.	4 р. 30 к.
D1,2-84-599	Труды VII Международного семинара по проблемам физики высоких энергий. Дубна, 1984.	5 р. 50 к.
D17-84-850	Труды III Международного симпозиума по избранным проблемам статистической механики. Дубна, 1984. /2 тома/	7 р. 75 к.
D10,11-84-818	Труды V Международного совещания по проблемам математического моделирования, программированию и математическим методам решения физических задач. Дубна, 1983	3 р. 50 к.
	Труды IX Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц. Дубна, 1984 /2 тома/	13 р. 50 к.
D4-85-851	Труды Международной школы по структуре ядра, Алушта, 1985.	3 р. 75 к.
D11-85-791	Труды Международного совещания по аналитическим вычислениям на ЭВМ и их применению в теоретической физике. Дубна, 1985.	4 р.
D13-85-793	Труды XII Международного симпозиума по ядерной электронике. Дубна 1985.	4 р. 80 к.

Заказы на упомянутые книги могут быть направлены по адресу:
101000 Москва, Главпочтамт, п/я 79
Издательский отдел Объединенного института ядерных исследований

Беляев А.В. и др.

P10-86-609

Поиск номера кадра в системе фильтрации в реальном времени на HPD

При обработке пленок на сканирующем автомате HPD необходимо надежно и быстро декодировать имеющуюся на пленке служебную информацию, в том числе номер кадра. Описываемая методика используется в системе фильтрации в реальном времени /ФРВ/ на HPD и обеспечивает обнаружение и декодирование номера кадра за время от 40 до 250 мс, что соответствует расстоянию от 1 до 6 мм и достаточно для того, чтобы успеть обработать информацию с первой пары реперных крестов.

Работа выполнена в Лаборатории вычислительной техники и автоматизации ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1986

Перевод О.С.Виноградовой

Belyaev A.V. et al.

P10-86-609

Frame Number Decoding in On-Line Filter System on HPD

While measuring films on HPD, it is necessary to find and decode the data box information and particularly, the frame number, quickly and reliably. The method described is used in the on-line filter system on HPD. It takes 40 up to 250 ms of processor time, that is equivalent to 1 to 6 mm frame length, to find and decode the frame number, thus allowing the information from the first pair of fiducials to be processed in proper time.

The investigation has been performed at the Laboratory of Computing Techniques and Automation, JINR.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1986