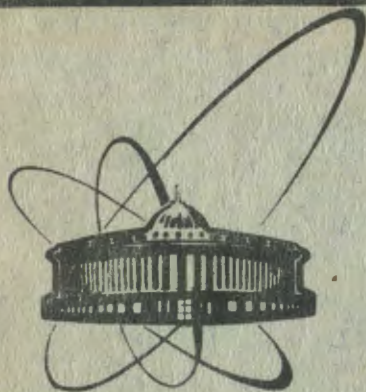


90-131



сообщения
объединенного
института
ядерных
исследований
дубна

И 741

P10-90-131

В.Е.Новожилов

ПРОГРАММИРУЕМЫЙ ВРЕМЕННОЙ
КОДИРОВЩИК ВКП-6
С ДОПОЛНИТЕЛЬНЫМИ
ФУНКЦИОНАЛЬНЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ

1990

В физических экспериментах с использованием импульсных нейтронных источников при регистрации энергетических распределений нейтронов в области низких и средних энергий традиционно применяются времяцифровые преобразователи (ВЦП) с постоянным шагом квантования (постоянной шириной канала)¹¹. В некоторых физических экспериментах временной интервал между вспышками мощности реактора (стартами) разбивается на несколько подынтервалов, каждый из которых кодируется с разной временной шкалой (шириной канала). Это позволяет существенно (в единицы и десятки раз) уменьшить объем внешнего накопительного запоминающего устройства (ЗУ)¹². Изменение ширины временного канала в ВЦП может происходить по разным законам: кусочно-постоянному, линейному, квадратичному, кубическому и др.¹³⁻¹⁵. В некоторых устройствах такого типа изменение ширины временного канала осуществляется аппаратным способом¹⁴, что усложняет устройства. В других, более универсальных ВЦП закон изменения ширины канала задается с помощью управляющего ЗУ, расположенного внутри времякодирующего устройства^{13,15}.

В данной работе рассматривается программируемый временной кодировщик ВКП-6, созданный на основе программируемого таймера 580ВИ53 и имеющий дополнительные функциональные возможности.

ВКП-6 может использоваться в следующих режимах работы.

Режим 1. Временной кодировщик с регистрацией временных кодов на накопительном устройстве в режиме +1.

Режим 2. Временной кодировщик с регистрацией в режиме +N.

Режим 3. Устройство с двумя независимыми измерительными каналами регистрации детекторных сигналов во временных подынтервалах (временных "окнах").

Режим 4. Два генератора последовательностей прямоугольных импульсов.

Режим 5. Таймер.

Режим 6. Интенсиметр с двумя независимыми измерительными каналами во временных подынтервалах.

Режим 7. Интенсиметр с контролем нижней и верхней границ интенсивности во временных подынтервалах.

Использование ВКП-6 по любому из режимов 1-3 каких-либо изменений внутри устройства не требует. Для использования ВКП-6 в качес-

ве устройства по пунктам 4-7 проводятся коммутации переключками внутри устройства. ВКП-6 может работать одновременно в нескольких режимах, т.е. выполнять во время работы одновременно несколько функций. Возможны полные или частичные сочетания режимов работ ВКП-6: 1-3-5, 1-3-6, 1-3-7, 1-4-5, 1-4-6, 1-4-7, 2-3, 2-4, 2-5.

Основные характеристики ВКП-6

Общее число регистрируемых временных каналов	1 ÷ 4096
Число временных каналов временного подынтервала (с шагом квантования Δ = канал)	1 ÷ 4096
Ширина временного канала (с Δ = 0,25 мкс)	0,5 ÷ 31999,75 мкс
Число кусочно-равномерно кодируемых временных подынтервалов	1 ÷ 4096
Задержка по любому из подынтервалов	1 ÷ 2^{30} мкс
Разрядность счетчика в режиме регистрации событий +N	12
Частота регистрации событий	до 4 МГц
Объем управляемого ЗУ	4К 12-разрядных слов
Число временных окон	1 ÷ 2048
Число независимых измерительных каналов	2
Разрядность счетчика интенсивметра	16 бит
Время экспозиции в режиме таймера	1 ÷ 2^{46} мкс.

ВКП-6 выполнен в стандарте КАМАК в виде блока шириной 17,2 мм.

ОПИСАНИЕ РАБОТЫ ВКП-6

Функциональная схема и временная диаграмма, поясняющая принцип работы устройства, приведены соответственно на рис.1, 2.

В ВКП-6 использованы два программируемых таймера (ПТ) 580ВИ53, содержащих три программируемых шестнадцатиразрядных счетчика 1, 2, 4 в ПТ1 и 5, 6, 7 в ПТ2. В счетчиках используется импульсная коррекция их работы.

При подготовке к работе по шине КАМАК в ВКП-6 загружается программа в управляющее ЗУ, программируется таймер ПТ1, а при необходимости и ПТ2. Управление функциональными узлами и режимом работы ВКП-6 осуществляется соответствующими разрядами статусного регистра. Назначение разрядов статусного регистра и таблица команд, формируемых с помощью управляющих слов ЗУ, приведены в разделе о программировании ВКП-6.

В режиме работы 1 после загрузки ЗУ, ПТ1 с помощью статусного регистра устройство устанавливается в режим измерений. По стартовому

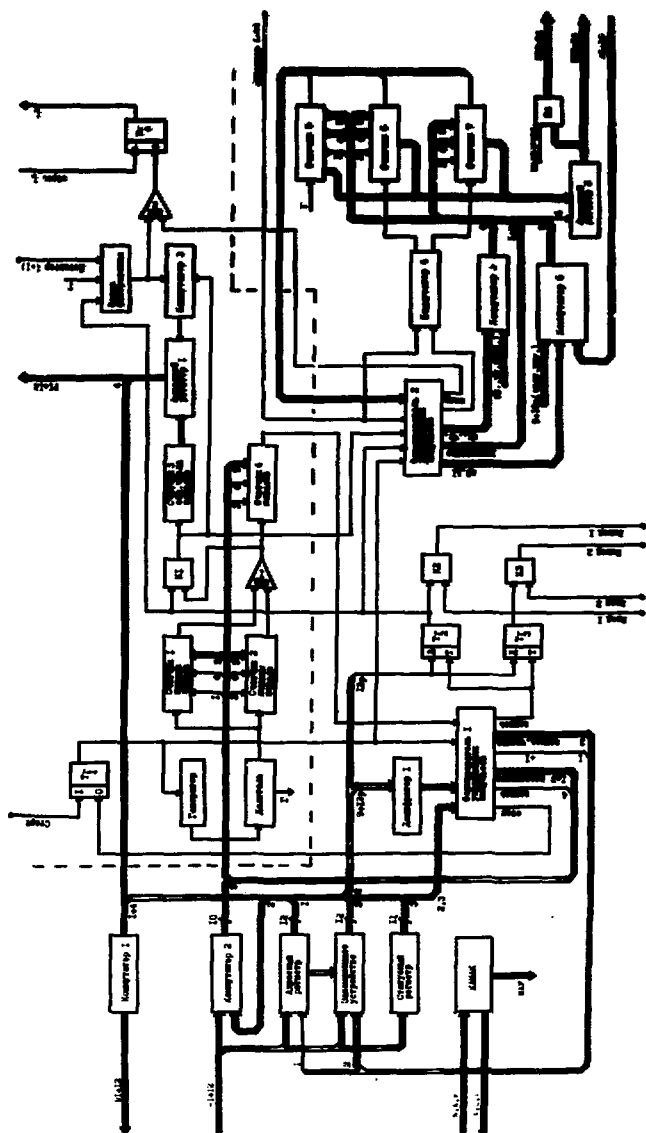


Рис.1. Функциональная схема программируемого временного кодировщика ВКП-6.

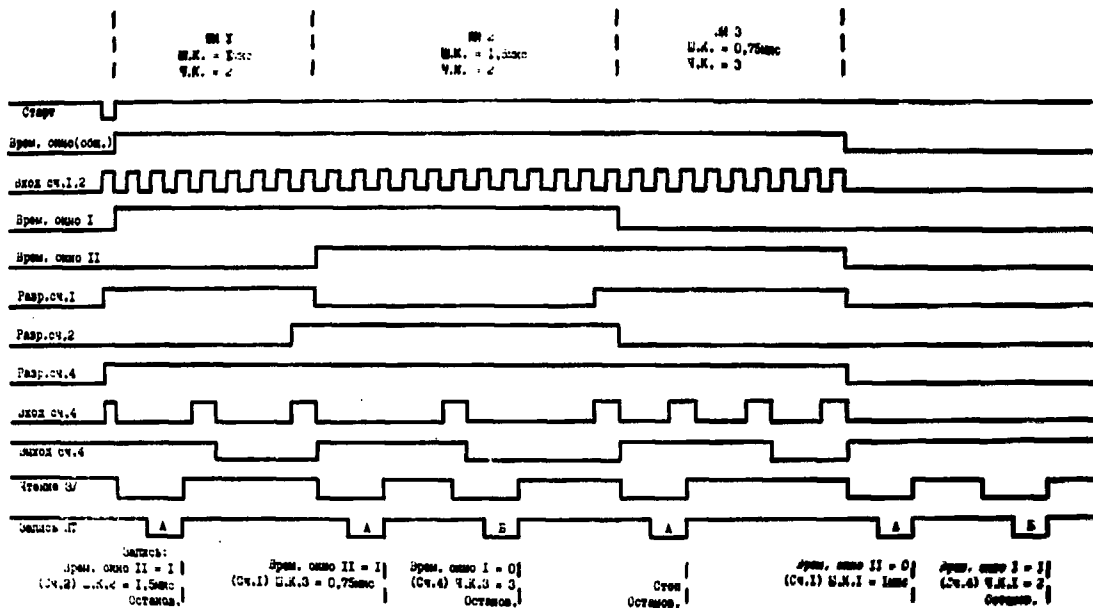


Рис.2. Временная диаграмма работы ВКП-6.

сигналу триггер Tr1 разрешает прохождение таймерных импульсов с генератора через делитель на входы счетчиков 1, 2. В поочередно работающих счетчиках 1, 2 сначала счетчик 1 вырабатывает с заданным периодом (шириной канала) последовательность канальных импульсов, поступающих на вход счетчика 4, отсчитывающего заданное число каналов временного интервала (ВИ1). В разрешенные для регистрации детекторных сигналов временные интервалы (ВИ) триггер Tr2 открывает клапаны K1, K2 и в счетчике 3 регистрируется общее число временных каналов в ВИ между стартовыми сигналами.

По стартовому сигналу также происходит сброс адресного регистра ЗУ, выполненного в виде счетчика, и сброс счетчика общего числа каналов 3. Из ЗУ осуществляется последовательное чтение управляющих слов, дешифратором 1 и формирователем управляющих импульсов 1 вырабатываются соответствующие сигналы согласно таблице команд. При этом могут происходить загрузка счетчиков 2, 4, предустановка триггеров Tr2, Tr3 временных "окон" BO1, BO2, триггера признака общего окончания измерений и другие операции, выполнение которых произойдет с началом следующего ВИ. По команде соответствующего управляющего слова процесс чтения ЗУ заканчивается.

По детекторному сигналу со входа Д (+1), сфазированному с импульсами генератора Г, в выходном регистре 1 регистрируется временной код. При этом закрывается детекторный вход Д (+1) и устанавливается триггер запроса Tr4. Временной код является адресом данных для внешнего ЗУ, регистрирующего события в инкрементном режиме. По сигналу внешнего ЗУ происходит сброс триггера запроса Tr4, открывается детекторный вход Д (+1) и устройство ожидает следующий детекторный сигнал и т.д.

При запрете регистрации детекторных сигналов в данном временном интервале ВИ (режим задержки) триггер Tr2 блокирует детекторный вход и вход счетчика 3. При этом счетчик 4 отсчитывает заданное число каналов задержки.

По сигналу с выхода счетчика 4 формирователем управляющих импульсов 1 закрывается счетный вход счетчика 1, открывается счетный вход счетчика 2 и вновь организуется последовательное чтение управляющих слов ЗУ. При этом могут происходить загрузки счетчиков 1, 4, предустановка триггеров Tr2, Tr3 и подготовка других операций согласно таблице команд, выполнение которых произойдет с началом следующего ВИ. При поступлении команды остановки процесс последовательного чтения ЗУ заканчивается.

При поступлении из ЗУ команды "Стоп" (общей остановки) счетчиком 4 отсчитывается последний ВИ и кодирование временного интервала между стартами заканчивается. Вновь происходит последовательное

чение ЗУ. При этом счетчики 1, 4, триггеры Tr2, а при необходимости и другие элементы устройства подготавливаются для работы в первом временном интервале ВИ1. По команде остановки процесс подсчетного опроса ЗУ заканчивается и ВКП-6 ожидает стартового сигнала для кодирования следующего общего временного интервала между стартовыми сигналами.

В режиме работы 2 при разрешении регистрации детекторные сигналы со входа Д (+N) через коммутатор 4, управляемый формирователем управляющих импульсов 2, в течение длительности каждого временного канала поступают либо в счетчик 6, либо в счетчик 7. По окончании временного канала коды этого канала и числа зарегистрированных в нем детекторных сигналов с выходных регистров 1, 2 передаются во внешнее ЗУ. Управление поочередной работой счетчиков 6, 7 осуществляется либо по каналным сигналам с выхода схемы пропуска K1, либо по сигналам окончания экспозиции, задаваемой в счетчике 5. При переполнении счетчиков 5, 6, 7 устанавливается соответствующий разряд статусного регистра. В режимах ВКП-6 подготовки к работе или измерения коммутаторами 5, 6 подключаются к счетчикам ПТ2 соответствующие сигналы данных, управляющие сигналы чтения, записи, выбора счетчиков. Коммутатор 6, кроме того, позволяет осуществлять выбор счетчиков ПТ2 с помощью соответствующих разрядов статусного регистра.

В режиме работы 3 детекторные сигналы поступают на входы 1, 2. Во временных интервалах измерения они пропускаются через клапаны K2, K3 на выходы 1, 2. Работа триггеров Tr2, Tr3 программируется управляющими словами ЗУ согласно таблице команд.

В режиме работы 4 выходы триггеров Tr2, Tr3 подключаются переключками к выходам 1, 2 устройства. Программирование работы триггеров Tr2, Tr3 осуществляется, как и в режиме работы 3.

В режиме работы 5 возможны два варианта работы устройства. В первом варианте один или два временных интервала формируются соответственно одним или двумя триггерами Tr2, Tr3. ВИ кодируется счетчиками 1, 2, 4. При необходимости по окончании ВИ устанавливается запрос L. Во втором варианте ВИ задается в счетчике 5, по окончании которого выставляется запрос L. При необходимости для увеличения ВИ переключками последовательно соединяют счетчики 5, 6, 7.

В режиме работы 6 входами устройства являются входы 1, 2. Выходы 1, 2 соединяются переключками соответственно со входами счетчиков 6, 7. Временные интервалы регистрации событий формируются управляющими триггерами Tr2, Tr3. В счетчике 5 задается время экспозиции, по истечении которого выставляется запрос L и осуществляется чтение счетчиков 6, 7.

В режиме работы 7 входом устройства является вход 2. Выход 2 соединяется со входами счетчиков 3, 6, 7. В счетчике 3 регистрируется значение интенсивности, в счетчики 6, 7 заносятся, соответственно, значения нижней и верхней границ интенсивности. При превышении этих границ выставляется запрос 1 и соответствующий разряд статусного регистра. Время экспозиции задается в счетчике 5.

Временная диаграмма функционирования ВКП-6 в режиме работы 1 с двумя временными "окнами" ВО1, ВО2 представлена на рис.2. Временной интервал между стартами кодируется тремя ВИ (ВИ1, ВИ2, ВИ3) с разными ширинами каналов (ШК) и числом каналов (ЧК). В нижней части рис.2 показаны управляющие команды и время их считывания из ЗУ.

ПРОГРАММИРОВАНИЕ УСТРОЙСТВА

Управление ВКП-6 осуществляется соответствующими разрядами статусного регистра.

Значения разрядов статусного регистра:

- 1 разряд — [0/1] — запрет/разрешение запроса LAM по шине КАМАК/внешней шине,
- 2 разряд — запрет/разрешение прохождения стартового сигнала,
- 3 разряд — разрешение/запрет записи в ВКП-6 по шине КАМАК,
- 4 разряд — разрешение записи по шине КАМАК в ЗУ/ПТ,
- 5 разряд — разрешение записи по шине КАМАК (обращение) в ПТ1/ПТ2,
- 6 разряд — непереполнение/переполнение счетчиков ПТ2,
- 7 разряд — разрешение чтения числа событий (регистра 2) по таймеру счетчика 5/канальным импульсам,
- 8 разряд — запрет/разрешение выбора счетчиков ПТ2 по 9, 10 разрядам статусного регистра,
- 9-10 разряды — адресация к счетчикам ПТ2 (A0, A1),
- 11 разряд — запрет/разрешение уменьшения числа каналов в два раза.

Команды КАМАК, выполняемые ВКП-6:

- NA(0)F(0) — чтение данных ВКП-6 (1-12 разряды — код времени, 13-24 разряды — число событий),
- NA(1)F(0) — чтение статусного регистра,
- NA(0)F(2) — чтение адресного регистра (AP),
- NA(1)F(2) — чтение данных управляющего ЗУ, +1 AP,
- NA(0)F(8) — проверка запроса LAM ($Q = L$),
- NA(0)F(10) — сброс запроса LAM,

- NA(1)F(10) — однократный запуск измерений (старт) ВКП-6,
- NA(0)F(16) — запись в ОЗУ, +1 АР/ПТ,
- NA(1)F(16) — запись в адресный регистр,
- NA(0)F(18) — запись в статусный регистр,
- NA(0)F(24) — остановка счетчика экспозиции,
- NA(0)F(26) — пуск счетчика экспозиции.

При подготовке устройства к работе с помощью соответствующих разрядов статусного регистра запрещается прохождение в ВКП-6 стартовых сигналов, сигналов запроса (запрет измерений). По шине КАМАК загружается в ЗУ программа в виде последовательности 12-разрядных управляющих слов, программируются 10-разрядными словами ПТ1, а при необходимости и ПТ-2.

Назначение разрядов управляющих слов ЗУ и ПТ:

- 12 разряд — временное "окно",
- 11 разряд — "Останов" — признак остановки последовательного опроса ЗУ,
- 10-9 разряды — выбор соответствующего счетчика ПТ или (при $10p = 9p = 1$) признак записи условий в счетчики ПТ,
- 8-1 разряды — данные (или условия) для счетчиков ПТ.

Запись информации в ЗУ и ПТ осуществляется по команде NA(0)F(16). При записи условий работы в ПТ разряды управляющих слов имеют следующее назначение:

- $10p = 9p = 1$ — признак записи условий в ПТ,
- 8-7 разряды: 00 — выбор счетчика 1 (для ПТ1 — счетчик ЧК),
01 — выбор счетчика 2 (для ПТ1 — счетчик ШК1),
10 — выбор счетчика 3 (для ПТ1 — счетчик ШК2),
11 — запрет,
- 1 разряд: 0 — двоичное представление чисел,
1 — двоично-десятичное представление чисел.

В разрядах 6-2 коды (01010), (10010) или (11010) определяют соответственно однобайтный с младшими или со старшими, или двухбайтный режимы работы счетчиков ПТ.

При измерении временных интервалов в ВКП-6 под воздействием управляющих слов ЗУ выполняются команды согласно таблице.

Последовательное чтение управляющих слов ЗУ начинается по сигналам старта или окончания измерения текущего ВИ, а заканчивается — по команде "Останов", т.е. по наличию "1" в одиннадцатом разряде управляющего слова ЗУ. Команда "Останов" выполняется сразу при поступлении из ЗУ, остальные команды, загруженные с ЗУ в текущем ВИ, выполняются с началом следующего ВИ.

При кодировании временного интервала между стартами каждый счетчик ПТ ВКП-6 может работать как в однобайтном, двухбайтном,

Таблица. Команды управляющих слов ЗУ

N	Разряды						Команды
	12	11	10	9	8	7 6 - 1	
1	0	X	0	0		Данные	Зп. данных в Сч.1; Зп. ВО-1 = 0
2	0	X	0	1		Данные	Зп. данных в Сч.2; Зп. ВО-2 = 0
3	0	X	1	0		Данные	Зп. данных в Сч.3; Зп. ВО-2 = 0
4	0	X	1	1		Сч. Условие	Зп. условий В ПТ.
5	1	X	0	0		Данные	Зп. данных в Сч.1; Зп. ВО-1 = 1
6	1	X	0	1		Данные	Зп. данных в Сч.2; Зп. ВО-2 = 1
7	1	X	1	0		Данные	Зп. данных в Сч.3; Зп. ВО-2 = 1
8	X	0	X	X	X	X XXXXXX	Чтение последующего слова ЗУ
9	X	1	X	X	X	X XXXXXX	"Останов" — прекращ. посл. чт. ЗУ
10	1	X	1	1		-----	Стоп. Конец измерений.

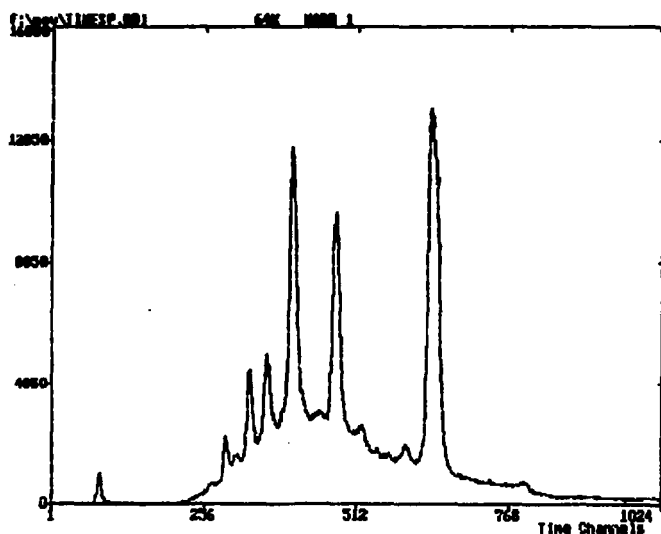


Рис. 3. Дифракционный спектр окиси железа Fe_2O_3 , измеренный с помощью ВКП-6 при кодировании ВИ с разными ширинами временных каналов.

так и в смешанном режимах, что существенно улучшает параметры устройства.

При программировании ВКП-6, прежде всего для кодирования малых ВИ, необходимо учитывать некоторые особенности и характеристики устройства:

— Загрузка счетчиков 2, 3 производится только во время их остановки. При загрузке в счетчик ПТ управляющего слова происходит сброс и остановка работы счетчика.

— При работе в двухбайтном режиме в ПТ сначала записывается младший байт, затем старший. При этом изменение работы ПТ по новым данным осуществляется после записи второго байта.

Время перекодирования счетчика ПТ в однобайтном режиме составляет 0,7 мкс, цикл занесения байта информации в ПТ — 1,4 мкс.

Время T для перезагрузки счетчика 1 ПТ при работе ВКП-6 должно быть $T = \text{Ш} \cdot (K - 1)$, где Ш — ширина канала текущего кодируемого временного интервала ВИ, K — число каналов этого ВИ. Для счетчиков 2, 3 — $T = \text{Ш} \cdot K$.

На рис.3 показан нейтронный дифракционный спектр Fe_2O_3 , измеренный ВКП-6 с различными ширинами каналов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Введение импульсной коррекции работы счетчиков программируемого таймера 580ВИ53 позволило использовать его в ВКП-6, что существенно уменьшило габариты устройства и увеличило его надежность.

Предложенная организация управляющих слов ЗУ и схемное решение устройства позволили использовать счетчики ПТ как в однобайтном, двухбайтном, так и в смешанных режимах работы при кодировании нескольких ВИ между соседними стартовыми сигналами. Это существенно сократило объем управляющего ЗУ ВКП-6 и расширило диапазоны кодирования временных интервалов.

Предложенное схемное решение с использованием двух попеременно работающих счетчиков ширины временных каналов ПТ позволило ВКП-6 кодировать временные интервалы с минимальной шириной канала 0,5 мкс при кодировании нескольких ВИ между стартами.

Благодаря возможности работы ВКП-6 при регистрации событий в режиме накопления $+N$ увеличилась максимально допустимая загрузка ВКП-6.

Многофункциональное использование ВКП-6 уменьшает количество различных типов устройств, применяемых ранее при подобных физических экспериментах.

На основе ВКП-6 в настоящее время разрабатывается многоходовый программируемый временной кодировщик с числом независимых измерительных входов до восьми.

Автор благодарит И.П.Барабаша за помощь в изготовлении блока, А.И.Островного за полезные замечания при подгонке публикации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Маталин Л.А. и др. — Многоканальные анализаторы ядерной физики. М. Атомиздат, 1967, с.141.
2. Балагуров А.М. и др. — ОИЯИ, Р10-86-313, Дубна, 1986.
3. Барабаш И.П. и др. — ОИЯИ, 10-84-158, Дубна, 1984.
4. Балагуров А.М. и др. — ПТЭ, 1977, 2, с.79.
5. Шибанов В.Д. и др. — ОИЯИ, 10-84-345, Дубна, 1984.

Рукопись поступила в издательский отдел
22 февраля 1990 года.