



Ордена Ленина и ордена Октябрьской Революции

**Институт атомной энергии**

им. И. В. Курчатова

*809104678*

**А.И. Климов, Е.А. Мелешко,  
А.Г. Морозов, И.Е. Осташев**

**ИАЭ-4858/15**

**МОДУЛИ КАМАК  
НАНОСЕКУНДНОГО БЫСТРОДЕЙСТВИЯ**

**Москва – ЦНИИАтоминформ – 1989**

**Ключевые слова:** модуль КАМАК, дискриминатор, схема совпадений, микросхема, дешифратор.

Приведены краткие характеристики блоков КАМАК наносекундного быстрого действия, которые могут использоваться при организации логического отбора в различных системах регистрации ионизирующих излучений. Управление режимами работы блоков осуществляется по каналу каркаса КАМАК.

Brief characteristics are presented of CAMAC units with nanosecond operating speed which can be used in organizing logic selection in various systems of recording of ionising radiation. The unit operation modes are controlled via a CAMAC frame bus.

В модули КАМАК наносекундного быстродействия входят:

- формирователь-дискриминатор наносекундных импульсов БСА-12А;
- схема совпадений БСВ-4А;
- блоки задержки наносекундных импульсов БЗЦ-4А, БЗЦ-7А, БЗЦ-8А;
- сместитель-разветвитель логических импульсов БКЦ-1А.

#### ЧЕТЫРЕХКАНАЛЬНЫЙ ФОРМИРОВАТЕЛЬ-ДИСКРИМИНАТОР НАНОСЕКУНДНЫХ ИМПУЛЬСОВ БСА-12А

Формирователь-дискриминатор предназначен для отбора и нормализации по амплитуде и длительности сигналов сцинтилляционных детекторов. Формирователь работоспособен в широком диапазоне входных амплитуд и, обладая "нулевым" мертвым временем, обеспечивает высокую эффективность канала зашумления при работе с устройствами логического отбора [1].

Структурная схема 4-канального блока формирователей-дискриминаторов представлена на рис. 1. Входной сигнал поступает на пороговое устройство (ПУ), выполненное на основе быстродействующего компаратора напряжения 597СА1 [2]. На второй вход порогового устройства с цифроаналогового преобразователя (ЦАП) подается напряжение, соответствующее выбранному порогу срабатывания. По стробирующему входу компаратора соответствующий канал формирователя можно заблокировать, подавая команду по каналу каркаса КАМАК в управляющий регистр. Сигнал с порогового устройства поступает на формирователь длительности (ФД), выполненный на основе синхронного D-триггера К500ТМ131, а также элемента К500ЛМ101, и на транзисторные ключи (К), которые формируют на выходах (1 и 2) блока сигнал в стандарте НИМ. С каждого из четырех формирователей выходные сигналы через схему ИЛИ и одновибратор (ОВ) поступают на общий счетный выход блока. Он может быть использован при снятии пороговых характеристик дискриминаторов. Параллельный ограничитель, включенный на входе

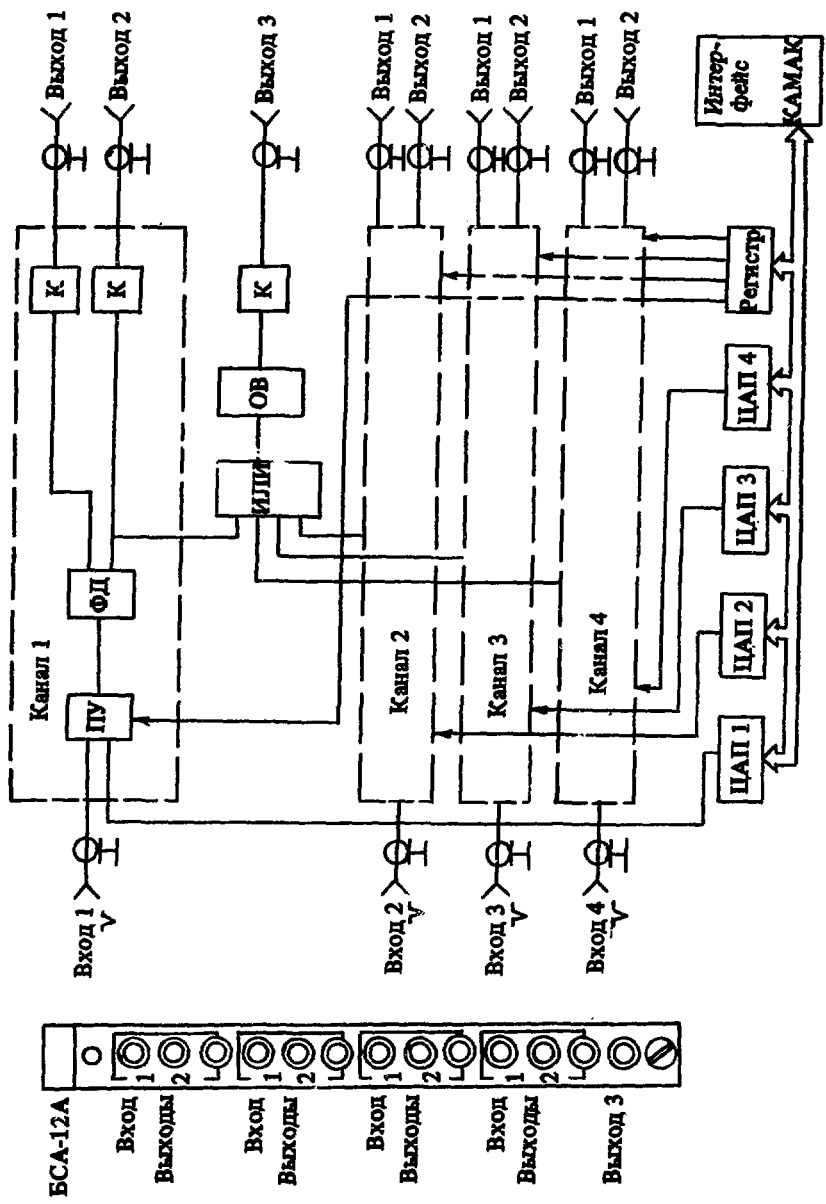


Рис. 1. Структурная схема блока формирователей-дискриминаторов БСА-12А

формирователя, защищает схему от входных сигналов больших амплитуд, входное сопротивление 50 Ом обеспечивается в диапазоне амплитуд входных импульсов  $+0,7 \text{ В} \div -4 \text{ В}$ .

### Технические характеристики

Число каналов . . . . .	4
Диапазон амплитуд входных сигналов . . . . .	$0,03 \div 3 \text{ В}$
Входное сопротивление . . . . .	50 Ом
Минимальная длительность входного сигнала . . . . .	2 нс
Диапазон регулировки порогов (нулевому коду соответствует порог $-30 \text{ мВ}$ ) . . . . .	$30 \text{ мВ} \div 1,92 \text{ В}$
Число градаций порога . . . . .	64
Шаг . . . . .	30 мВ
Температурная нестабильность порога . . . . .	$60 \text{ мкВ}/^\circ\text{C}$
Максимальная частота срабатывания . . . . .	125 МГц
(при $\tau = 5 \text{ нс}$ на выходах 1 и импульсах, сливающихся в сплошную линию на выходах 2)	
Длительность выходных импульсов:	
на выходе 1 . . . . .	5 нс
на выходе 2 . . . . .	15 нс
на выходе 3 . . . . .	100 нс
Потребление по шинам питания:	
+6 В —	525 мА
-6 В —	940 мА
+24 В —	50 мА
-24 В —	30 мА

Передняя панель модуля содержит (см. рис. 1) 13 ВЧ-разъемов LEMO и один светодиод. Блок выполнен в виде модуля КАМАК единичной ширины. Имеется индикация наличия сигнала на счетном выходе.

### Функции КАМАК

1.  $N[A(0), \dots, A(3)]F16S1 - (W1 \div W6)$  — запись кода в регистры порогов ( $X = 1$ ).

2.  $N[A(0), \dots, A(3)]F0 - (R1 \div R6)$  — чтение кода величины установленного порога ( $X = 1$ ).

3.  $NA(0)F17S1 - (W1 \div W8)$  — запись кода, устанавливающего режим работы блока ( $X = 1$ ):

$W1 \div W4$  — запись "1" — включение соответствующего канала формирователя;

$W5 \div W8$  — запись "1" — подключение выхода соответствующего канала к общему счетному выходу.

4.  $NA(0)E1 - (R1 \div R8)$  — чтение управляющего кода ( $X = 1$ ).

## БЛОК СОВПАДЕНИЙ С ПРОГРАММИРУЕМЫМ РАЗРЕШАЮЩИМ ВРЕМЕНЕМ БСВ-4А

Блок совпадений работает со сформированными по амплитуде и длительности импульсами и служит для отбора полезных событий по выбранным критериям. Отличительной особенностью блока является возможность задания определенной величины разрешающего времени ( $t_p$ ), независимой от длительности входных импульсов ( $T_n$ ) при условии, что  $t_p < t_n$  [3]. Блок БСВ-4А имеет четыре входа, работающих на совпадения, кратность которых можно задать программным образом по каналу каркаса, и 2 входа запрета (рис. 2). Если входные импульсы с выбранных каналов совпадений попадают в интервал заданного разрешающего времени, то срабатывает элемент отбора Д1 (см. рис. 2). Выходной сигнал Д1, пройдя через формирователи длительности ФД1 и ФД2, поступает через К на выход блока. При наличии сигнала запрета (входы АС1; АС2) во время действия сигналов совпадений элемент отбора Д1 заблокирован, и на выходах 1, 2, 3 отсутствует выходной сигнал.

Для повышения эффективности запрета в блоке используются два входа каналов антисовпадений. Блок БСВ-4А может работать и как смеситель логических сигналов (выход СМ на рис. 2). Вспомогательный выход 3 используется при снятии счетных характеристик. Имеется также световая индикация наличия выходного сигнала. Блок выполнен в виде модуля КАМАК единичной ширины.

### Технические характеристики

Число каналов совпадений . . . . .	4
Число каналов запрета . . . . .	2
Входное сопротивление . . . . .	50 Ом
Диапазон установки разрешающего времени . . . . .	1 ÷ 16 нс
Число градаций . . . . .	8
Шаг . . . . .	2 нс
Минимальная длительность входного сигнала . . . . .	$T_{вх} = t_p + 5$ нс
Уровни входных сигналов в стандарте NIM, полярность . . . . .	отрицательная
Температурная нестабильность разрешающего времени . . . . .	60 пс/°С
Собственная задержка блока . . . . .	15 нс
Длительность выходных импульсов:	
на выходе 1, 2 . . . . .	30 нс
на выходе 3 . . . . .	100 нс
на выходе СМ . . . . .	равна длительности входного импульса

Потребление по шинам питания:  
+6 В — 160 мА  
-6 В — 550 мА

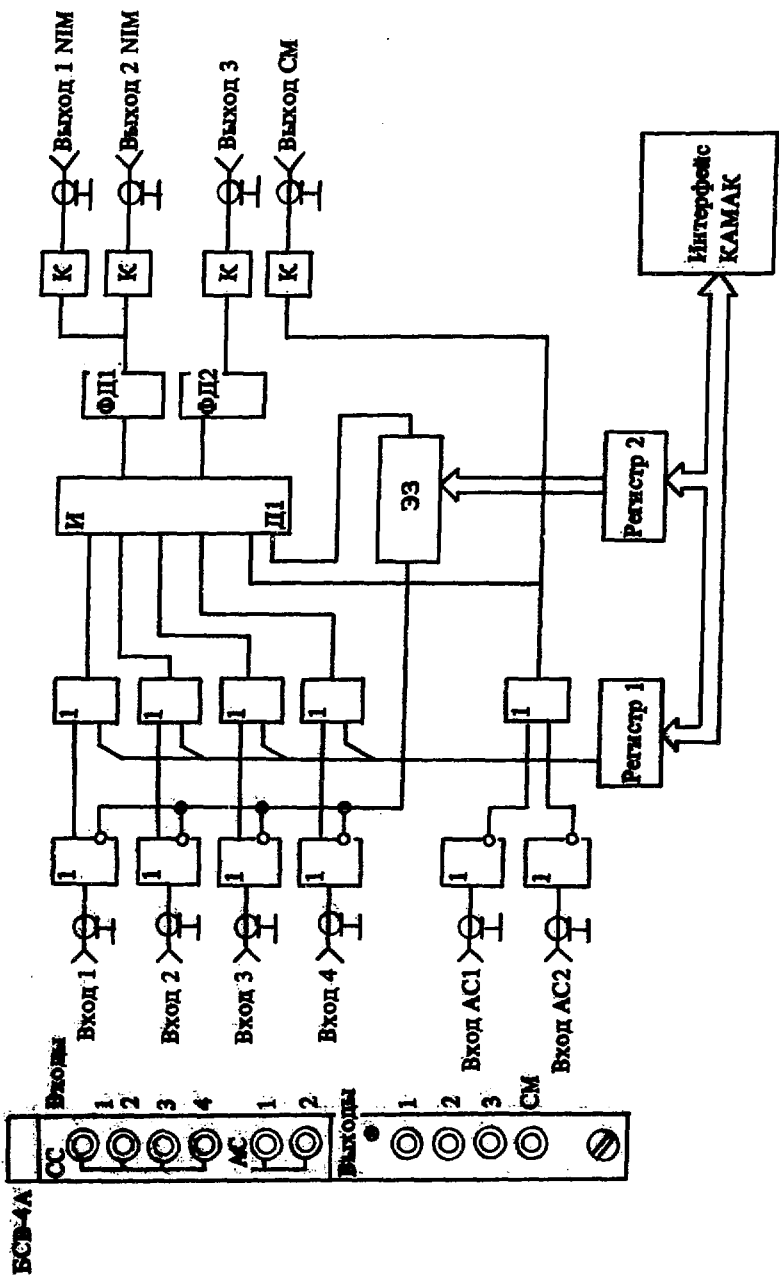


Рис. 2. Структурная схема блока совпадений БСВ-4А

Передняя панель блока содержит 10 ВЧ-разъемов LEMO и одну лампу HCM6,3-20.

### Функции КАМАК

1. NA(0)F16S1 — (W1 ÷ W4) — запись кода выбора кратности совпадений (X = 1).
2. NA(0)F0 — (R1 ÷ R4) — чтение кода управляющего регистра 1 (X = 1).
3. NA(1)F16S1 — (W1 ÷ W3) — запись кода выбора разрешающего времени (X = 1).
4. NA(1)F0 — (R1 ÷ R3) — чтение кода управляющего регистра 2 (X = 1).

### БЛОКИ ЗАДЕРЖКИ НАНОСЕКУНДНЫХ ИМПУЛЬСОВ

#### БЗЦ-7А, БЗЦ-8А

Блок задержки БЗЦ-7А предназначен для временного согласования стандартных по амплитуде наносекундных импульсов. Задержка импульсов осуществляется на отрезках коаксиального кабеля РК50-06-21, общая длина которого изменяется с помощью ключей на ЭСЛ ИС в соответствии с кодом, записанным в управляющий регистр (рис. 3). Схема коммутации отрезков кабеля выбрана таким образом, что при различных вариантах включения собственная задержка блока остается постоянной, это существенно упрощает его настройку. Блок БЗЦ-7А содержит четыре идентичных канала, блок БЗЦ-8А выполнен с использованием менее дефицитного коаксиального кабеля РК75-1-11 и содержит два канала задержки. Блоки задержки БЗЦ-7А, БЗЦ-8А выполнены в виде модулей КАМАК единичной ширины.

### Технические характеристики

Число каналов задержки . . . . .	4 (2)
Входное сопротивление . . . . .	50 Ом
Диапазон изменения задержки . . . . .	64 нс
Число градаций . . . . .	64
Шаг изменения задержки . . . . .	1 нс
Собственная задержка канала . . . . .	25 нс
Минимальная длительность входного сигнала . . . . .	5 нс
Уровни входных сигналов в стандарте NIM, полярность — отрицательная	
Температурная нестабильность максимальной задержки . . . . . < 100 нс/°С	
Потребление по шинам питания:	
+6 В — 390 мА	
-6 В — 860 мА	



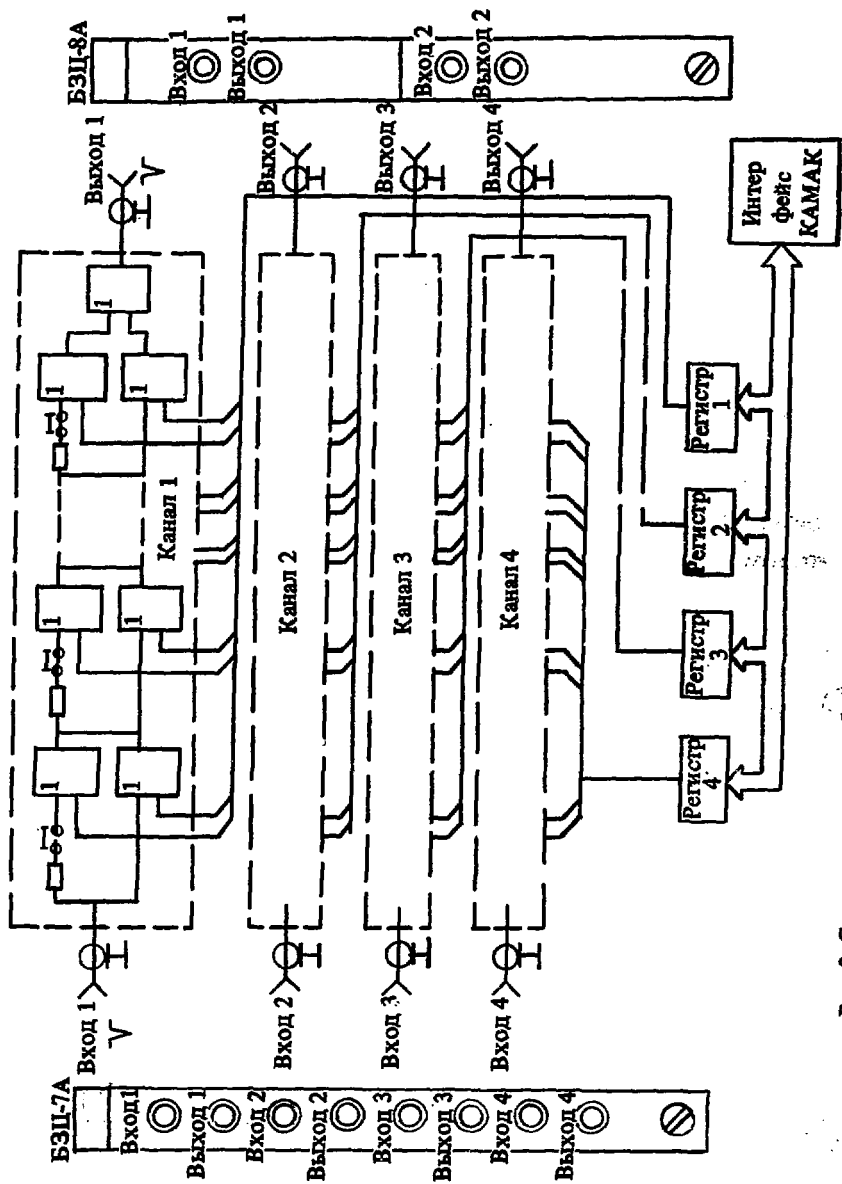


Рис. 3. Структурная схема блоков задержки БЗЦ-7А, БЗЦ-8А

## Функции КАМАК

1.  $N[A(0), \dots, A(3)]F16S1(W1 \div W6)$  – запись кода в управляющие регистры ( $X = 1$ ).
2.  $N[A(0), \dots, A(3)]F0 - (R1 \div R6)$  – чтение содержимого управляющих регистров ( $X = 1$ ).

### МИРОКОДИАЗОННЫЙ БЛОК ЗАДЕРЖКИ НАНОСЕКУНДНЫХ ИМПУЛЬСОВ БЗЦ-4А

Блок предназначен для задержки с высокой точностью наносекундных логических импульсов на время до  $\sim 5$  мкс. Структурная схема блока задержки приведена на рис. 4, временная диаграмма его работы – на рис. 5. Важной особенностью блока является высокая точность величины задержки, которая задается "грубо" (с помощью синхронного счетчика, подсчитывающего соответствующее число импульсов опорного генератора) и "точно" (с помощью интерполяционного преобразователя время-амплитуда, работающего совместно с амплитудным дискриминатором [4]). Фазирующее устройство (ФУ) после прихода входного

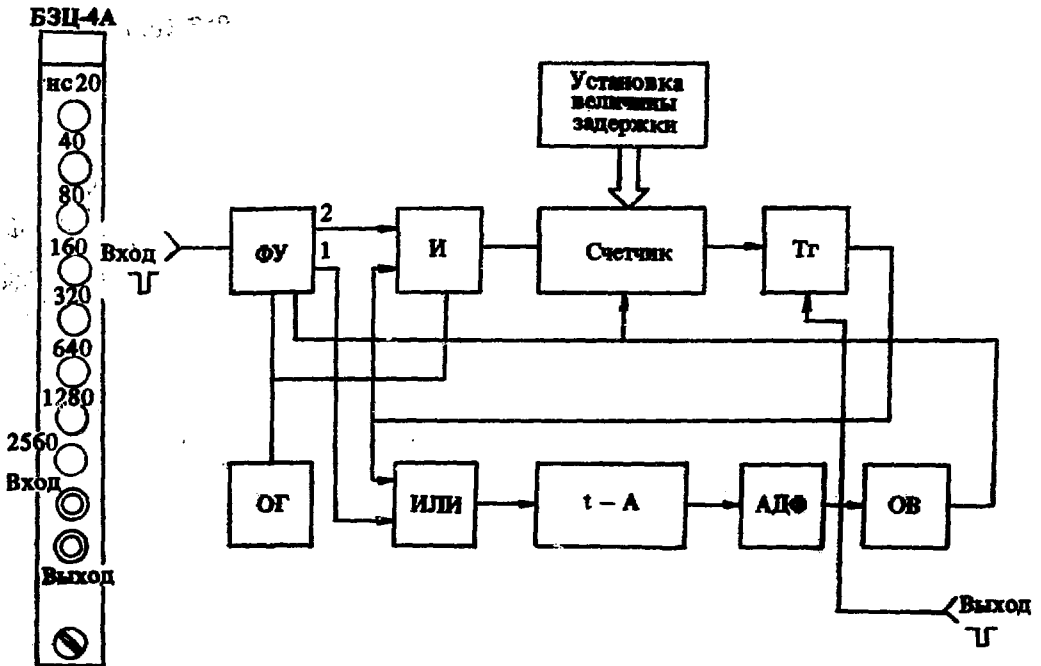


Рис. 4. Структурная схема широкодиапазонного блока задержки БЗЦ-4А

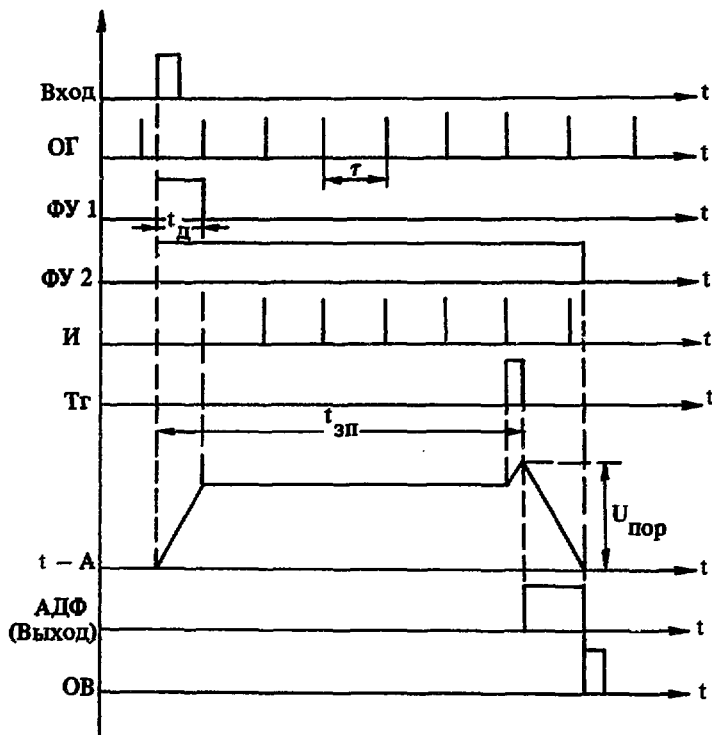


Рис. 5. Временные диаграммы блока задержки БЗЦ-4А

сигнала открывает временные ворота — схему И для прохождения импульсов опорного генератора (ОГ) на синхронный счетчик и вырабатывает импульс (выход 1), проходящий через схему ИЛИ на вход интерполяционного преобразователя время-амплитуда. Длительность этого импульса ( $t_d$ ) равна временному интервалу между передним фронтом входного импульса и следующим за ним первым импульсом ОГ (см. рис. 5). Кроме того, на вход преобразователя через схему ИЛИ также проходит импульс триггера (Тг), срабатывающего при заполнении заданной емкости счетчика. Преобразователь осуществляет преобразование домеряемого временного интервала  $t_d$  в амплитуду импульса, запоминающуюся до момента поступления на вход схемы ИЛИ импульса триггера. Этот импульс стимулирует дальнейший рост амплитуды на выходе преобразователя до уровня срабатывания дискриминатора-формирователя АДФ. Выходной импульс АДФ запускает одновибратор сброса ОВ, восстанавливающий элементы схемы в исходное состояние.

Следует заметить, что на вход преобразователя ( $t - A$ ) всегда поступает одинаковый суммарный временной интервал, задающийся

при стабильном коэффициенте преобразования постоянным уровнем смещения амплитудного дискриминатора, т.е.  $t_{\text{пр}} = t_{\text{д}} + t_{\text{ТГ}} + t_0 = \text{const}$ , где  $t_{\text{пр}}$  — постоянный дополнительный временной интервал, необходимый для обеспечения оптимальных условий запоминания потенциала на хранирующей емкости,  $t_{\text{д}} + t_{\text{ТГ}} = \tau$  ( $\tau$  — период опорного генератора). С учетом сказанного, величину задержки блока при нулевой емкости счетчика можно рассматривать как собственную задержку блока  $t_{\text{с}}$ . Тогда полная задержка блока равна  $t_{\text{з}} = t_{\text{с}} + n\tau$ , где  $n$  — емкость счетчика,  $n\tau = t_{\text{зп}}$  — величина переменной части задержки, определяемая кодом, который записывается в синхронный счетчик с передней панели блока. Счетчик работает на вычитание и при достижении нулевого уровня переключает Тг.

Блок БЗЦ-4А собран в модуле КАМАК единичной ширины.

### Технические характеристики

Входное сопротивление . . . . .	50 Ом
Уровни входных сигналов в стандарте NIM, полярность — отрицательная	
Минимальная длительность входного сигнала . . . . .	> 3 нс
Диапазон изменения задержки . . . . .	80 ÷ 5120 нс
Собственная задержка блока . . . . .	80 нс
Шаг изменения задержки . . . . .	20 нс
Количество градаций . . . . .	256
Погрешность задания величины задержки . . . . .	< 1 нс
Мертвое время блока . . . . .	50 нс
Температурная нестабильность задержки . . . . .	50 пс/°С
Выходные сигналы, длительность . . . . .	20 нс

Полярность — отрицательная, уровни в стандарте NIM

Потребление блока:

- +6 В — 45 мА
- 6 В — 250 мА
- +24 В — 50 мА
- 24 В — 50 мА

### СМЕСИТЕЛЬ-РАЗВЕТВИТЕЛЬ ЛОГИЧЕСКИХ ИМПУЛЬСОВ БКЦ-1А

Блок смеситель-разветвитель выполнен на элементах ЭСЛ ИС. Входные вентили блока соединены по "проводному" ИЛИ, обеспечивая функцию смесителя логических импульсов. Выходы смесителя нагружены на четыре вентили ЭСЛ ИС, которые совместно с выходными токовыми ключами образуют разветвитель. Блок размещен в модуле единичной ширины и не имеет управления по магистрали КАМАК. В одном модуле

размещены две схемы смесителя-разветвителя. Длительность выходных импульсов примерно равна длительности входных.

### Технические характеристики

Входное сопротивление . . . . .	50 Ом
Входные сигналы – в стандарте NIM, полярность – отрицательная	
Длительность входных импульсов . . . . .	> 4 нс
Собственная задержка блока . . . . .	10 нс
Выходные сигналы – в стандарте NIM, полярность – отрицательная	
Потребление по шине питания . . . . .	€ В – 300 мА

### Список литературы

1. Кириллов Б.Ф., Климов А.И., Мелешко Е.А. Формирователь наносекундных импульсов в стандарте КАМАК. – ПТЭ, 1985, № 4, с. 58 – 60.
2. Акменьтыныш Я.Я., Вартынь В.Р., Матавкин В.В. и др. – Электронная промышленность, 1977, вып. 7, с. 22.
3. Климов А.И., Морозов А.Г. Устройство совпадений: А.с. 1358089. – Б.И., 1987, № 45, с. 237.
4. Морозов А.Г. Устройство точной плавнорегулируемой в широком диапазоне задержки наносекундных импульсов. – ПТЭ, 1979, № 4, с. 175 – 178.

**Редактор Т.И. Титкова**  
**Технический редактор Н.А. Малькова**  
**Корректор Л.В. Пономарева**

**Подписано в печать 10.05.89. Т-10652. Формат 60x90/16**  
**Печать офсетная. Усл. печ. л. 0,75. Уч.-изд. л. 0,7**  
**Тираж 201. Цена 15 коп. Заказ 193. Индекс 3624**

**Подготовлено к изданию и отпечатано**  
**в Институте атомной энергии им. И.В. Курчатова**  
**123182, Москва, пл. Академика Курчатова**

## **РУБРИКАТОР ПРЕПРИНТОВ ИАЭ**

- 1. Общая, теоретическая и математическая физика**
- 2. Ядерная физика**
- 3. Общие проблемы ядерной энергетики**
- 4. Физика и техника ядерных реакторов**
- 5. Методы и программы расчета ядерных реакторов**
- 6. Теоретическая физика плазмы**
- 7. Экспериментальная физика плазмы и управляемый термоядерный синтез**
- 8. Проблемы термоядерного реактора**
- 9. Физика конденсированного состояния вещества**
- 10. Физика низких температур и техническая сверхпроводимость**
- 11. Радиационная физика твердого тела и радиационное материаловедение**
- 12. Атомная и молекулярная физика**
- 13. Химия и химическая технология**
- 14. Приборы и техника эксперимента**
- 15. Автоматизация и методы обработки экспериментальных данных**
- 16. Вычислительная математика и техника**

**Индекс рубрики дается через дробь после основного номера ИАЭ.**

**Препринт ИАЭ-4858/15. М., 1989**