

С374.3e

Б-272

СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА



5263 / 2-76

13 - 10017

3/1-772

С.Г.Басиладзе, Ли Ван Сун, А.Н.Парфенов, В.К.Юдин

СИСТЕМА БЛОКОВ НАНОСЕКУНДНОЙ
ЛОГИЧЕСКОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ
С ПОВЫШЕННЫМИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫМИ ПОКАЗАТЕЛЯМИ

1976

13 - 10017

С.Г.Басиладзе, Ли Ван Сун, А.Н.Парфенов, В.К.Юдин

**СИСТЕМА БЛОКОВ НАНОСЕКУНДНОЙ
ЛОГИЧЕСКОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ
С ПОВЫШЕННЫМИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫМИ ПОКАЗАТЕЛЯМИ**

Басиладзе С.Г. и др.

13 - 10017

Система блоков наносекундной логической электроники
с повышенными эксплуатационными показателями

Описывается система блоков наносекундной логической электроники на интегральных схемах, разработанная для замены используемой в Лаборатории высоких энергий системы быстрых электронных блоков на дискретных транзисторах. Система имеет улучшенные параметры по габаритам, потребляемой мощности, количеству компонентов и стоимости.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований
Дубна 1976

Описываемая ниже система блоков наносекундной логической электроники /БНЛЭ/ на интегральных схемах /ИС/ предназначена для замены используемой в настоящее время в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ системы БНЛЭ^{/1,2/} на дискретных транзисторах и призвана служить дополнением к разработанному ранее набору блоков быстрой электроники на ИС, с цифровым управлением основными параметрами^{/3,4/}.

По установившейся в настоящее время в Лаборатории практике создания крупных электронных физических установок, традиционные БНЛЭ составляют основную массу аппаратуры "триггера", а управляемые используются в узлах, оказывающих решающее влияние на логику и параметры "триггера", либо в аппаратуре, предназначенной для контроля за работой установки.

Так же как и в системах, описанных в работах^{/2, 3/}, блоки реализованы в стандарте КАМАК /рис. 1/. Система состоит из двух групп блоков: 1/ основные логические блоки, 2/ блоки управления и регистрации данных.

В первую группу входят:

1. Блок 113-8ФЗ, 8-канальный формирователь импульсов широкого применения со встроенными регулируемыми задержками^{/5/};

2. Блок 162-4ФСП2, счетверенный формирователь импульсов точной временной привязки^{/5/};

3. Стробируемые разветвители:

а/ Блок 133-РЗ, разветвитель на 16,

б/ Блок 134-2РЗ, двоянный разветвитель на 8,

в/ Блок 135-4РЗ, счетверенный разветвитель на 3+4, канал запрета общий.

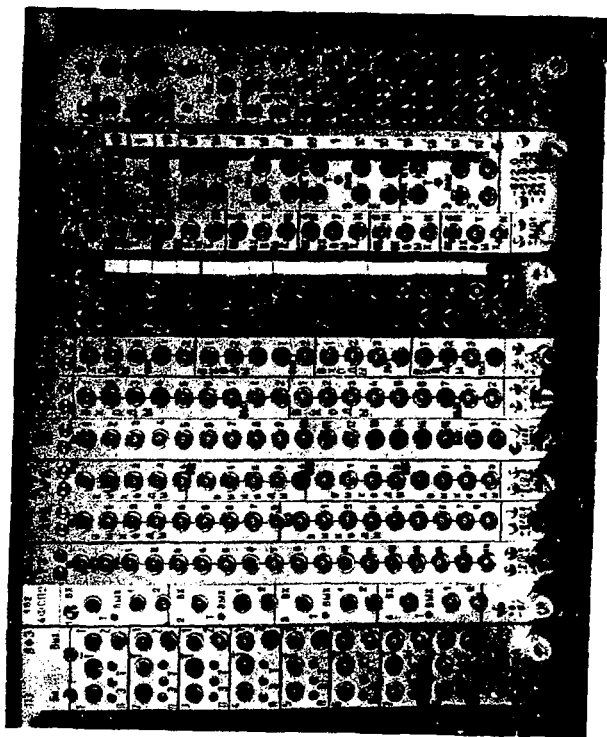


Рис. 1. Общий вид блоков системы.

4. Смесители:

а/ Блок 143-С3, смеситель на 16.

б/ Блок 144-2С3, сдвоенный смеситель на 7, с каналами запрета.

в/ Блок 145-4С3, счетверенный смеситель на 3, первая и вторая схемы с каналами запрета.

5. Блок 157-4СС7, счетверенная пятиходовая схема совпадений со встроенными задержками и общим каналом запрета.

Во вторую группу входят:

6. Блок 302-6NTN, 6-канальный преобразователь уровней NIM → TTL → NIM.

7. Блок 312-4Т2, счетверенный универсальный таймер^{1/6/};

8. Блок 442-ГСВ2, 32-канальная годоскопическая система ворот с выводом данных на магистраль КАМАК^{1/7/}.

Таблица 1

Электрические характеристики различных систем блоков наносекундной логической электроники

Серия	U_n , мВ	t_r^c , нс	t_m , нс, логика	t_z , нс	∂t_u , нс, Дискр-Плавн
ЛВЭ-ТР [1,2]	50	2.5	10 ФС, ФБ	16	4-40 Плавн
ЛАП-ТР [10]	100	?	16 ФБ	8	5-18 Дискр.
ИФВЭ-ИС [11]	100	~4(1)	10 ФБ, ФА	15	6-~100 Дискр
ЛАП-ИС [12]	25(2)	?	10 ФБ	20	5-~100 Дискр.
ЛВЭ-ИС	20(3)	3,5(0,1)	10 ФБ, ФА, Ф-ИЛН	17 (25)	5-60(10) ⁶ Плавн
Le-Croy Mod. 623 [13]	30	1	9 ФБ	13	6-150 Плавн.

Характеристики системы можно разделить на электрические и эксплуатационные. Блоками, фактически определяющими все основные электрические параметры, являются формирователи импульсов. Ими определяется порог регистрации ($U_{п}$), временное разрешение ($\Delta t = t_{г}^c/8$), быстродействие ($t_{м}, t_{з}$), универсальность системы /тип логики работы /9/, диапазон выходных сигналов/. Сравнение электрических характеристик описываемой системы и разработанных ранее /1,10÷13/ можно привести по табл. 1. Как видим, применение ИС в БНЛЭ позволяет существенно понизить порог регистрации, остальные характеристики не претерпевают существенных изменений. Технически достижимая величина порога составляет несколько мВ, однако с точки зрения снижения гистерезиса формирователей и устранения влияния наводок целесообразно ограничиться величиной 15 ± 20 мВ.

К эксплуатационным характеристикам можно отнести: габариты аппаратуры, потребляемую мощность, трудоемкость ее монтажа и отладки, стабильность параметров, надежность и стоимость. Для расчета эксплуатационных показателей систем БНЛЭ необходимо знать среднюю частоту /вероятность/ использования тех или иных типов схем*. Эти данные, приведенные в табл. 2, получены из опыта применения систем БНЛЭ в Лаборатории за 6-летний период.

Таблица 2

Серия	Формирователи	Блоки задержки	Разветвители	Смесители	Схемы совпадения	Таймеры
100/14/ БНЛЭ КАМАК	0,36	0,26	0,11	0,04	0,16	0,07
/1/	0,25	0,22	0,17	0,11	0,17	0,08

*Блок не может служить единицей измерения количества аппаратуры, поскольку в разных системах блоков содержится различное число однотипных схем.

Данные получены на суммарном количестве схем /14/-1 100 и схем /1/- 850. Характерна сравнительная устойчивость пропорций между типами схем. Обращает на себя внимание высокий процент использования схем задержек, обладающих наибольшими габаритами.

Сравнительные данные по эксплуатационным параметрам описываемой системы и разработанных ранее приведены в табл. 3. Для удобства сравнения данные нормированы на наилучшие показатели, принятые за 1. Размерность единицы измерений выделена в отдельную строку. По табл. 3 можно сделать следующие комментарии.

Таблица 3

Эксплуатационные характеристики различных систем БНЛЭ. В графе $N_{\text{акт}}$ в скобках отмечено относительное число транзисторов, диодов и интегральных схем, абсолютное их количество на единицу дано в нижней строке /в скобках/

СЕРИЯ	Габарит	$P_{\text{потр}}$	$N_{\text{акт}}$	$N_{\text{пасс}}$	$N_{\text{паяк}}$	Стоим комплект
ЛВЭ-ТР [1, 2]	2,4	1,1	1,4 (2,5-1,7-0)	1,2	1,1	1,7
ЛАП-ТР [10]	6,1	1,2	1,6 (2,5-2,3-0)	1,4	1,2	1,2
ИФВЭ-ИС [11, 15]	6,1	?	1,1 (4,3-1,3-1)	1,1	1,1	?
ЛАП-ИС [16]	4,6	1,3	1,2 (1,4-1-1,6)	1,2	1,3	1,1
ЛВЭ-ИС	1	1	1 (1-1,2-1,3)	1	1	1
ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЙ	14см ²	1,5Вт	12шт (4,2-4-2,3)	4шт	150шт	Относит

1. Использование механики КАМАК и ИС, сокращающих размеры схем на печатной плате, в сочетании с применением встроенных электронных задержек, позволяет значительно снизить габариты аппаратуры.

2. Переход на ИС не привел к сильному сокращению потребляемой мощности * числа активных ($N_{\text{акт}}$) и пассивных ($N_{\text{пасс}}$) компонентов и количества паек. Отсюда, в частности, следует, что существенно не изменились трудоемкость монтажа и надежность схем.

3. Повышение плотности упаковки схем описываемой системы позволило, несмотря на пятикратное превышение стоимости механики КАМАК, по сравнению со стоимостью механики "Вишня" /на единицу площади/, добиться низкой стоимости электроники. Конструктивная совместимость с электроникой регистрации, связанной с ЭВМ^{4/}, также является эксплуатационным достоинством системы.

Ниже приводятся краткие характеристики блоков системы. Основные логические блоки имеют ряд общих параметров. Они предназначены для работы со стандартными сигналами, в уровнях NIM /кроме входов формирователей/. Коэффициент отражений для перепадов с фронтами 1 нс - менее 0,1. В блоках применен единый выходной формирователь:

Диапазон длительностей /задержек/

- | | |
|----------------|--|
| а/ номинально | - 5: 60 нс, |
| б/ максимально | - до 10 мс /регулировка - плавно, в 20-кратном диапазоне/. |
| Фронты | - 3 нс. |

Дрейф длительности

выходных импульсов

- | | |
|-------------------------------------|---------------------|
| а/ при изменении напряжения питания | - менее +0,015%/мВ, |
| б/ при изменении температуры | - менее +0,13%/°С. |

*В среднем; в отдельных схемах, например, в формирователях, мощность снижается более чем в 1,5 раза.

8-канальный формирователь импульсов - 8ФЗ

Основное назначение - стандартизация отрицательных сигналов. Может быть применен как интегральный дискриминатор. Режимы работы:

1. Минимальная задержка - 17 нс, максимальное быстродействие - 100 МГц. Логика:

- а/ ФБ - для каналов совпадений,
- б/ ФА - для каналов антисовпадений,
- в/ Ф-ИЛИ - при большом динамическом диапазоне входных сигналов.

2. Раздельная регулировка мертвого времени

- а/ продлевающегося типа - до 60 нс,
- б/ постоянного,

и длительности выходного импульса;

3. Встроенная регулируемая задержка

- а/ с логикой ФА - до 60 нс,
- б/ с логикой ФБ,

4. Продление выходного импульса в мкс и мс-диапазонах /"сторож"/;

5. Генератор пачек /внешнее управление/ - 1-ая схема.

Вход

Диапазон амплитуд сигналов

- а/ рабочий - От -0,02 до -6 В,
- б/ защита - ± 25 В.

Порог

- а/ номинальный - 20 мВ,
- б/ минимальный - 3 мВ,
- в/ диапазон линейной регулировки - $20 \text{ мВ} \div 1 \text{ В}$.

Дрейф порога

- а/ при изменении напряжения питания - $+0,02\%/\text{мВ}$,
- б/ при изменении температуры - менее $+0,9\%/^{\circ}\text{C}$.

Мертвое время - 5 нс, плюс большее из: а/ длительности входного импульса на уровне порога, плюс время восстановления /-4,0 нс на 20 дБ/; б/ длительности встроенной задержки; в/ длительности выходного сигнала /в режиме ФБ/.

Стойкость к перекрестным наводкам - схема не срабатывает при поступлении на соседний вход импульса амплитудой до 14 В.

Выход	
Количество	- 2 прямых, 1 инверсный.
Импеданс	- высокоомный /генераторы тока/.
Задержка	- 25 ÷ 80 нс.
Собственное "гуляние"	- 3,5 нс.
Максимальная рабочая частота	- 100 МГц.
Ток, потребляемый блоком	- 6 В/1,7 А.

Счетверенный формирователь со следящим порогом - 4ФСП1

Основное назначение - точная временная привязка к импульсам быстрых ФЭУ.

Вход	
Рабочий диапазон амплитуд сигналов	- от -0,15 В до -5 В.
Мертвое время при 20-кратной перегрузке	- 30 нс.

Выход	
Количество	- 2, прямых.
Импеданс	- низкоомный /генераторы напряжения/.
Задержка "Гуляние" выходного импульса	- 15 нс.
а/ в рабочем диапазоне	- 150 нс,
б/ в полном диапазоне /от 100 мВ/	- 500 нс;
Дрейф задержки при изменении питания	
а/ -6 В	- -0,4 нс/мВ,
б/ +6 В	- +0,8 нс/мВ.
Фронты выходных импульсов	
а/ передний	- 2 нс,
б/ задний	- 4 нс.

Максимальная рабочая частота - 40 МГц.
Токи, потребляемые блоком - -6 В/0,8 А,
+6 В/0,9 А.

Разветвители - РЗ, 2РЗ, 4РЗ

Входы
Длительность импульсов - любая, свыше 4 нс.

Выходы
Импеданс - низкоомный.

Задержка:
а/ по основному каналу - 8 нс,
б/ по каналу запрета - 12 нс.

Фронты
а/ передний - 4 нс,
б/ задний - 5 нс.

Максимальная рабочая частота - 100 МГц.
Токи, потребляемые блоками - -6 В/0,5 А,
+6 В/0,6 А.

В блоках 134-2РЗ, 135-4РЗ входы "Запрет" - на задней панели.

Смесители - СЗ, 2СЗ, 4СЗ

Входы
Длительность импульсов - любая, свыше 4 нс.

Выходы
Импеданс - низкоомный.

Задержка
а/ по основному каналу - 8 нс,
б/ по каналу запрета - 12 нс.

Фронты
Максимальная рабочая частота - 120 МГц.

Токи, потребляемые блоками - -6 В/0,3 А,
+6 В/0,3 А.

В блоках 144-2СЗ, 145-4СЗ входы "Запрет" - на задней панели.

Счетверенная схема совпадений с общим каналом запрета - 4СС7

Входы	
Количество	- 4-совпадения, отключаемых кнопками; 1 - антисовпадения.
Минимальное перекрытие сигналов, необходимое для срабатывания схемы	- 2,6 нс.
Длительность сигналов	- любая, свыше 4 нс.
Разрешающее время	- длительность входных сигналов, минус 2,6 нс.
Выход	
Количество	2, прямых.
Импеданс	- высокоомный
Задержка	
а/ по каналам совпадений	- 15 нс - минимально, 28 ÷ 80 нс - регулируемая,
б/ по каналам антисовпадений	- 13 нс, минимально,
в/ по каналу запрета	- 17 нс, минимально.
Длительность сигналов	- 7 ÷ 90 нс*.
Максимальная частота	- 85 МГц*.
Ток, потребляемый блоком	- 6 В/1,2 А.

6-канальный преобразователь логических уровней - NTN

Схема преобразует логические уровни NIM в логические уровни TTL и далее снова - в логические уровни NIM /средний разъем служит как выходом TTL, так и входом/.

*Времязадающий конденсатор в выходном формирователе, $C_B = 20$ нФ.

Вход
Длительность импульсов - любая, свыше 50 нс.

Вход-выход TTL
Импеданс
а/ при переходе из "1" в "0" - низкоомный,
б/ при переходе из "0" в "1" - высокоомный /генератор тока 10 мА/.
- 20 нс.
Задержка Фронты
а/ отрицательный - 40 нс, плюс 2 нс/пФ емкости нагрузки,
б/ положительный - 30 нс, плюс 1,5 нс/пФ емкости нагрузки.
Токи, потребляемые блоком - -6 В/0,1 А,
+6 В/0,1 А.

Счетверенный универсальный таймер - 4Т2

Режимы работы:

1. Задание временных интервалов через декаду, от 100 нс до 10 с /внутри декады - плавная регулировка/. Обеспечено перекрытие диапазонов;
2. Старт-стопный триггер;
3. Ворота для импульсных сигналов;
4. Генератор с внешним управлением;
5. Умножение временного интервала на заданное число /переключатель на задней панели/ - во второй и четвертой схемах. Коэффициент умножения - от 2 до 255 /15 градаций/;
6. Генерация заданного числа импульсов;
7. Установочный счетчик;
8. Генератор ультранизких частот - до $4 \cdot 10^{-4}$ Гц.

Вход
Длительность сигналов - любая, свыше 6 нс.
Мертвое время - равно задаваемому интервалу.

Выход

Количество	- 2 прямых, 1 - инверсный, 1 задержанный, 1 - дополнительный, для режима умножения /задняя панель/.
Импеданс	- высокоомный.
Уровни	- 1/NIM - на 50 Ом - 2/TTL - до 10 входов ИС.
Задержка по основным выходам	
а/ старт-сигнала	- 23 нс,
б/ стоп-сигнала	- 15 нс,
Фронты	- 3 нс.
Длительность импульсов	
а/ с прямых выходов и инверсного	- равна задаваемому интервалу,
б/ с выхода задержки	- 15 нс,
в/ с дополнительного выхода	- 40 нс.
Дрейф задаваемого интервала	
а/ по напряжениям питания	
- 6 В	- менее 10%/В,
+ 6 В	- менее 1%/В,
- 24 В,	- менее 5%/В,
+ 24 В	- менее 1%/В;
б/ по температуре	- менее 0,1%/°С.
Электронная регулировка задаваемого интервала	
а/ импеданс	- 500 Ом,
б/ диапазон сигналов управления	- 0 ÷ -6 В,
в/ линейность	- 1%.
Токи, потребляемые блоком	- -6 В/1,6 А, +6 В/0,1 А, -24 В/0,25 А, +24 В/0,05 А.

**32-канальный годоскопический блок
ворот с памятью и выводом данных
на магистраль КАМАК - ГСВ2**

Входы

Минимальный порог	- 100 мВ.
Минимальная длительность	- 5 нс.
Вход ворот	
а/ минимальная длительность	- 7 нс, запись по заднему фронту;
б/ разрешающее время	- длительность входных сигналов, минус 3 нс.

Вход сброса

а/ минимальная длительность - 9 нс.

Функции и команды КАМАК

F(0)·A(0)	- чтение данных с 1÷16 каналов,
F(0)·A(1)	- чтение данных с 17÷32 каналов,
F(9)·A(0)	- сброс триггеров памяти /производится также передним фронтом импульса ворот/
F(25)·A(0)	- занос "единиц" в триггеры памяти,
I	- запрет записи в блок,
L	- сигнал запроса, появляется при регистрации импульса в любом из каналов,
X	- сигнал правильной расшифровки функций,
Q	- сигнал ответа, совпадает с X при L = 1.

Токи, потребляемые блоком - -6 В/1,6 А,
+6 В/0,3 А.

В заключение авторы считают своим долгом поблагодарить В.И.Какурину, В.И.Максименкову, А.А.Виноградову за помощь в оформлении технической документации.

Литература

1. С.Г.Басиладзе и др. ОИЯИ, 13-6383, Дубна, 1972.
2. С.Г.Басиладзе и др. ПТЭ, №3, 88, 1973.
3. S. G. Basiladze et al. Nucl. Instr. and Meth., vol. 130, 301 (1975).

4. С.Г.Басиладзе и др. Труды VIII Международного симпозиума по ядерной электронике. ОИЯИ, Д13-9287, Дубна, 1975, стр. 43.
5. С.Г.Басиладзе, В.К.Юдин. Препринт ОИЯИ, 13-10016, Дубна, 1976.
6. С.Г.Басиладзе, А.Н.Парфенов. ОИЯИ, 13-9550, Дубна, 1976.
7. С.Г.Басиладзе, Ли Ван Сун. ОИЯИ, 13-9583, Дубна, 1976.
8. С.Г.Басиладзе. ОИЯИ, 13-9942, Дубна, 1976.
9. С.Г.Басиладзе, В.Тлачала. ПТЭ, №2, 96 /1975/.
10. В.Ф.Борейко и др. ОИЯИ, 13-6396, Дубна, 1972.
11. Ю.Б.Бушнин и др. ПТЭ, №4, 140 /1973/.
12. В.Ф.Борейко и др. ОИЯИ, 13-8705, Дубна, 1975.
13. Le Story Catafoque, Mod. 623, USA, 1975.
14. В.А.Арефьев и др. ОИЯИ, 13-5447, Дубна, 1970.
15. Ю.Б.Бушнин и др. ПТЭ, №2, 84 /1973/.
16. В.Ф.Борейко и др. Труды VIII Международного симпозиума по ядерной электронике. ОИЯИ, Д13-9287, 47, Дубна, 1975.

Рукопись поступила в издательский отдел
4 августа 1976 года.