

43/2-77

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

ДУБНА



10/1-77

Б-272

13 - 10016

С.Г.Басиладзе, В.К.Юдин

ФОРМИРОВАТЕЛИ ИМПУЛЬСОВ
ДЛЯ МНОГОКАНАЛЬНЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТАНОВОК

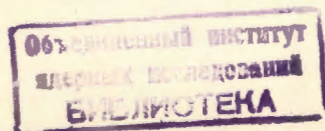
1976

13 - 10016

С.Г.Басиладзе, В.К.Юдин

**ФОРМИРОВАТЕЛИ ИМПУЛЬСОВ
ДЛЯ МНОГОКАНАЛЬНЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТАНОВОК**

Направлено в ПТЭ



Формирователи импульсов, описываемые в данной работе, предназначены для замены используемых в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ разработок на дискретных транзисторах ^{/1,2/} и блоков на интегральных схемах ^{/3/} с недостаточным быстродействием /серия К137/. Они являются дополнением к блокам быстрой электроники на интегральных схемах с цифровым управлением основными параметрами ^{/4,5/}. По сравнению с разработками ^{/1,2/} в 2÷4 раза повышена плотность упаковки схем, в 1,5÷2 раза снижена потребляемая мощность, применение интегральных схем упростило отладку блоков. Указанные качества особенно важны при создании крупных электронных установок. Так же как и в предыдущих разработках, формирователи выполнены в механике КАМАК.

ВОСЬМИКАНАЛЬНЫЙ ФОРМИРОВАТЕЛЬ ПО ПЕРЕДНЕМУ ФРОНТУ

В блоке размещено 8 независимых формирователей. Блок-схема одного из них представлена на *рис. 1*. Формирователи существенно отличаются от традиционных схем применением, так же как и в ^{/3,6/}, двух последовательно включенных одновибраторов. Логика работы одновибраторов ^{/7/} - с продлением выходного сигнала - ФА в случае прихода вторичного входного импульса в интервале выдержки. Одновибраторы собраны по схеме, предложенной в работе ^{/3/}. Блокировочные переключки (G-F, I-H) позволяют доводить мертвое время до величины времени выдержки

Таблица 1

№	Соединение	Режим	Применение	Примечания
1.	A - E	Минимальная задержка, ФА /3,7/	В каналах анти-совпадений	В диапазоне до 60 нс
1,а.	A-E, I-H	Минимальная задержка, ФБ	В каналах совпадений	
1,б.	A-E, A-D	Минимальная задержка, Ф-ИЛИ	В каналах совпадений, при большом динамическом диапазоне входных сигналов	
2.	B - E	Раздельная регулировка продлеваемого мертвого времени и длительности импульса	При послемпульсах с ФЗУ и для ликвидации просчетов /6/	В диапазоне до 60 нс
2,а.	B-E, G-F	Раздельная регулировка постоянного мертвого времени и длительности импульса	-.-	
3.	C - E	Встроенная задержка, с логикой ФА	Вне прямого пучка	В диапазоне до 60 нс. В случае пачки импульсов задержанный импульс соответствует последнему из входных.
3,а.	C-E, G-F	Встроенная задержка, с логикой ФБ	Вне прямого пучка	В случае пачки импульсов задержанный импульс соответствует первому из входных.
4.	B - D	Продление выходного сигнала (ФА) в мкс- и мс-диапазонах	Для сепарации частиц ("сторож"), медленные АС	
5.	K-L	Генератор с внешним управлением		Только в первом формирователе

/режим ФБ/. Подобная структура формирователя позволяет существенно расширить возможности его применения, что видно из табл. 1. Применение встроенной задержки существенно сокращает габариты аппаратуры, поскольку блоки задержки составляют ~80%, по площади передних панелей от формирователей в установках. Емкостные одновибраторы позволяют применять формирователь в мкс- и мс-диапазонах, если C_B подключать в соответствие с данными табл. 2:

Таблица 2

C_B	7,5 пФ	300 пФ	6800 пФ	6,8 мкФ
$dt_{и}$	5 + 60 нс	30 + 600 нс	0,3 + 15 мкс	0,3 + 15 мс

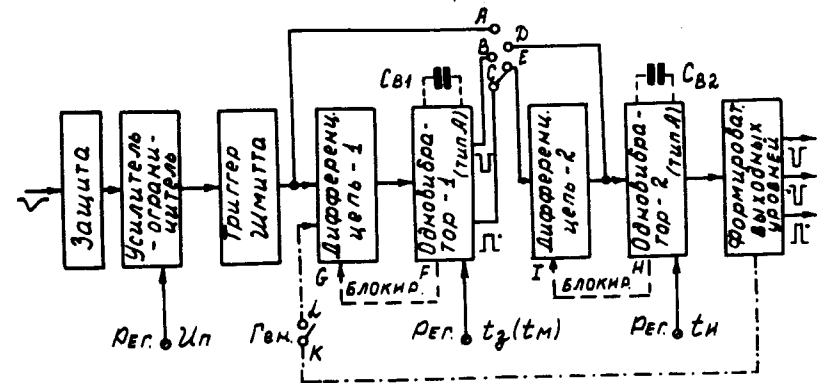


Рис. 1. Блок-схема формирователя по переднему фронту.

Принципиальная схема формирователя приведена на рис. 2. Использованы схемотехнические решения, примененные ранее /7/. Принципиально отлично лишь построение первого каскада усилителя. Для того, чтобы не прибегать к сдвигу напряжения питания первой интегральной схемы на +1,2 В, что повышает рассеиваемую мощность, применено /8/ понижение напряжения питания ее до -2,4 В. В этом случае даже при нулевых потенциалах баз входные транзисторы не входят в насыщение. Резистивные делители на выходе первых дифференциальных приемников сдвигают режимный потенциал до -1,2 В, а потенциометр 150 Ом служит для компенсации разброса режимных потенциалов баз транзисторов второго дифференциального приемника. Положительная обратная связь в первом каскаде усиления /конденсатор 10 пФ/ устраняет затягивание фронтов усилителя.

На переднюю панель выведены три многооборотных потенциометра для регулировки в широком динамическом диапазоне порога ($U_{П}$) задержки (t_3 , либо мертвого времени t_M) и длительности выходного сигнала /150 градаций/. Схема задания разрядного тока в одновибраторах выполнена таким образом, чтобы зависимость времени выдержки от угла поворота потенциометра была близка к экспоненциальной.

Временные параметры формирователя /рис. 3/ близки к характеристикам схемы из работы /7/.

Краткие характеристики

Вход

Импеданс	- 50 Ом
Полярность	- отрицательная.
Коэффициент отражений для перепадов с фронтами 1 нс	- менее 0,08, в пределах от +0,2 В до -5,5 В.
Стойкость к перегрузкам	- не менее ± 25 В /в импульсе/.
Допустимая длительность	- любая, свыше 4 нс.
Порог	
а/ номинальный	- 20 мВ,
б/ минимальный	- 3 мВ /определяется гистерезисом триггера Шмитта/,
в/ диапазон регулировки	- 20 мВ \pm 1 В,
г/ неопределенность	- 1 мВ при 20 мВ, 3 мВ при 300 мВ.
Дрейф порога	
а/ при изменении напряжения питания	- +0,02%/мВ,
б/ при изменении температуры	- менее +0,9%/°С.
Мертвое время	- 5 нс, плюс большее из:
а/ длительности входного импульса плюс время восстановления /см. рис. 3,а/,	
б/ длительности встроенной задержки,	
в/ длительности выходного импульса /в режиме ФБ/.	

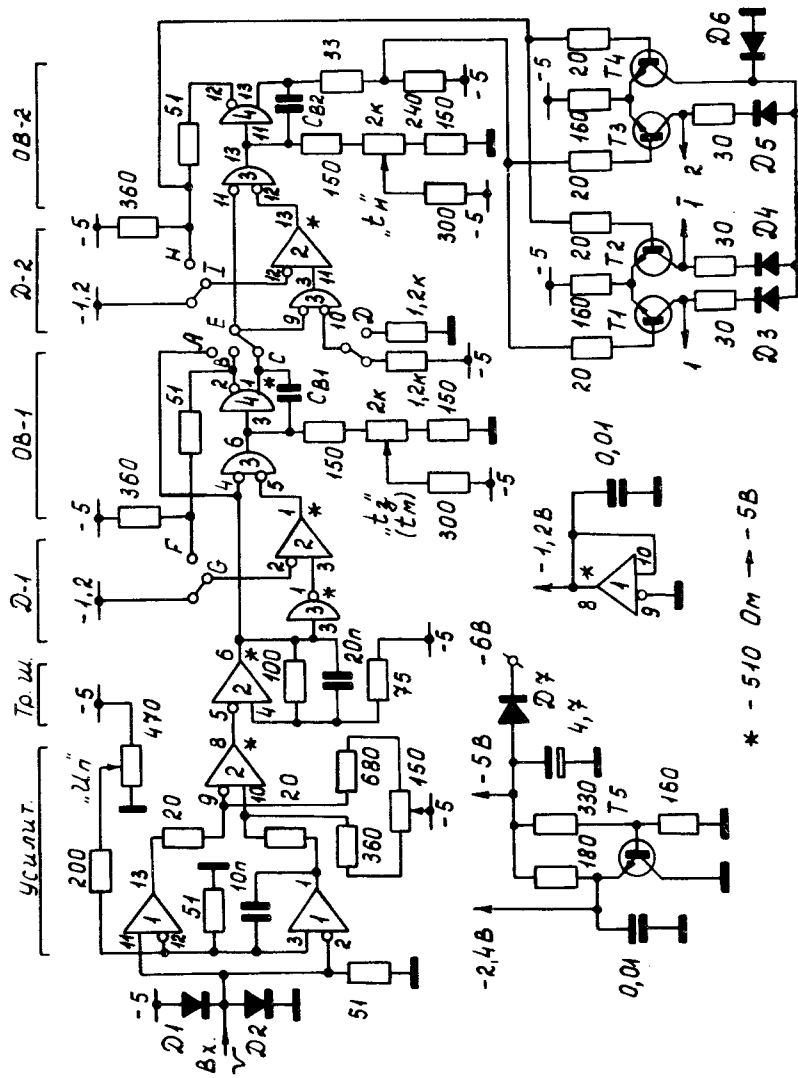


Рис. 2. Принципиальная схема формирователя по переднему фронту. М1, М2 - К1ЛП381; М3 - К1ЛБ383; М4 - К1ЛБ382; Т1 Т4 - КТ316; Т5 - КТ315; Д1 - КД522; Д2, Д6 - ДЗ11А; Д3 Д5 - КД503.

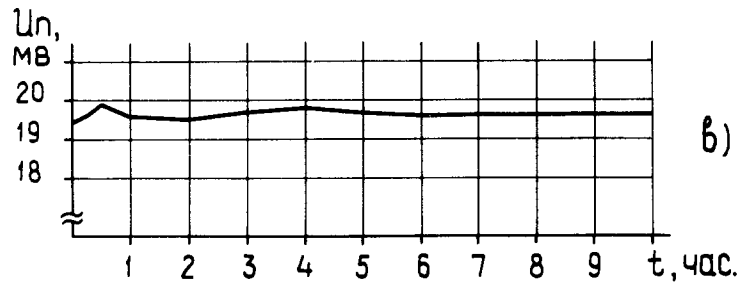
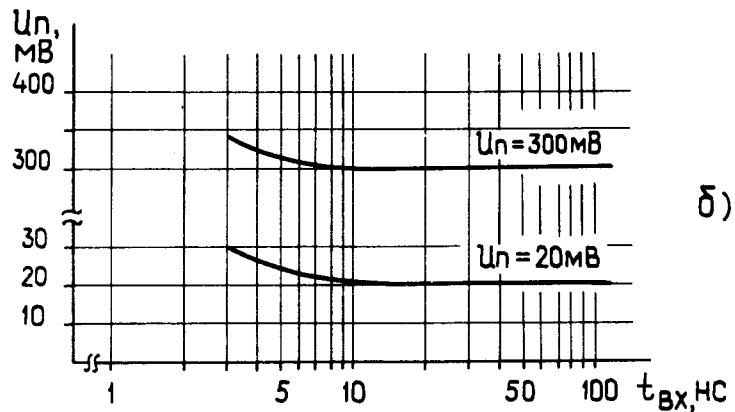
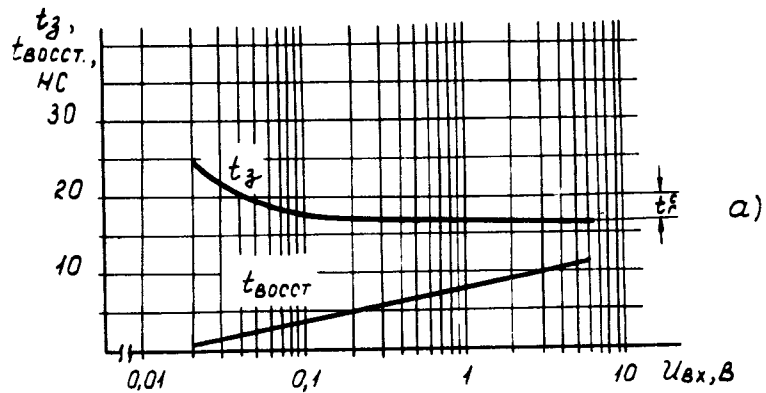


Рис. 3. Графики зависимостей а/ задержки и времени восстановления формирователя от величины входного импульса; б/ порога срабатывания от длительности входного импульса; в/ дрейф порога формирователя во времени.

Стойкость к перекрестным наводкам

- схема не срабатывает во время появления на соседнем входе импульса амплитудой до 14 В.

Выходы

Количество
Импеданс

- 2 прямых, 1 инверсный.
- высокоомный, генераторы тока.

Уровни

- 0 ÷ -16 мА (NIM).

Задержка

а/ минимальная
б/ со встроенной схемой задержки

- 17 нс,

- 25 ÷ 80 нс / C_B = 7,5 нФ/.

Собственное "гуляние"

- 3,5 нс / см. график на рис. 3а/.

Дрейф задержки

а/ при изменении питания

- менее +0,015% / мВ,

б/ при изменении температуры

- менее +0,13% / °С.

Длительность выходного импульса

- 5 ÷ 60 нс / C_B = 7,5 нФ/.

Фронты

- 3 нс.

Дрейф длительности выходного импульса

а/ при изменении питания

- менее +0,015% / мВ,

б/ при изменении температуры

- менее +0,13% / °С.

Максимальная рабочая частота

а/ при минимальной задержке

- 100 МГц,

б/ со встроенной задержкой

- 1 // t_з + 5 нс/.

Ток, потребляемый блоком

- -6 В / 1,7 А.

Температурный диапазон

- 0 ÷ +60 °С.

Конструкция

- ячейка КАМАК - 2М.

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ

Первый формирователь переводится в режим генератора пачек импульсов переключателем на задней панели. Число и длительность импульсов в пачке регулируются потенциометрами t_3 и t_{II} . Длительность пачки задается входным сигналом.

Переключатель на задней панели устанавливает также диапазон t_3 и t_{II} /раздельно/ - $x 1, x 20$, в первом формирователе
 t_3 и t_{II} /вместе/ - $x 100$.

СЧЕТВЕРЕННЫЙ ФОРМИРОВАТЕЛЬ СО СЛЕДЯЩИМ ПОРОГОМ

Принципиальная схема формирователя точной временной отметки приведена на рис. 4. Формирователь реализован на дифференциальных приемниках ЭСЛ с парафазным выходом, с задержкой распространения ~ 2 нс и работает по методу следящего порога⁹⁻¹⁵. Для экономии места на передней панели линия задержки ~ 2 нс* / в цепи образования парафазного сигнала на входе выполнена в виде полосковой линии на печатной плате $\rho = 50$ Ом/. Дискриминатором "нуля" служит туннельный диод. Использование двухкаскадного предусилителя позволило довести его порог до ~ 4 мВ. Меньшая величина порога невыгодна из-за роста мертвого времени дискриминатора. При $U_{II} = 4$ мВ выход на "плато" по задержке происходит примерно на 150 мВ входного сигнала, где ФЭУ только начинает обеспечивать сравнительно высокое временное разрешение¹⁴. Дискриминатор верхнего уровня, задающий порог всей схемы / 100 мВ/, собран на одновибраторе / конденсатор 200 пФ/. Дискриминатор верхнего уровня открывает ворота / схема "проводное

* Формирователь разработан для быстрых ФЭУ, для сигналов с фронтом более $4 \div 5$ нс можно использовать внешний кабель задержки.

И" - $M1, M2, M14$ / для сигнала временной отметки с дискриминатора "нуля". Задний фронт сигнала формируется дифференцированием с помощью линии задержки /полосковая линия - $t_3 = 4$ нс, $\rho = 100$ Ом/. Одновибратор, задающий длительность выходного импульса, эквивалентен использованному в восьмиканальном формирователе. Выходные уровни по стандарту NIM образуются с помощью эмиттерных повторителей. Для упрощения схемы применено смещение питания интегральных схем на $+1,3$ В. На заднюю панель выведен дополнительный контрольный выход с дискриминатора верхнего уровня, для регистрации числа импульсов, поступивших на формирователь / Вых. 3/.

Схема содержит малое количество компонентов, что позволило разместить в одном блоке 4 независимых формирователя /с учетом габаритов линий задержки/.

Применение быстрых дифференциальных приемников и дискриминатора на туннельном диоде позволило получить высокие характеристики по точности временной привязки в диапазоне амплитуд входных сигналов /см. рис. 5/. Следует отметить малую величину "выбега" по задержке /в интервале входных сигналов $100 \div 150$ мВ/ при входе формирователя в рабочий режим. Это позволяет использовать его как амплитудный дискриминатор с точной временной отметкой.

Ниже даются краткие характеристики формирователя, исключены имеющиеся выше данные, связанные с одновибратором, формирующим выходной импульс.

Краткие характеристики

Вход

Импеданс - 50 Ом.
Коэффициент отражений - менее 0,05, в пределах $0 \div -5$ В.
Рабочий диапазон амплитуд - от -0,15 В до -5 В.
Рабочий диапазон фронтов входных сигналов - $2 \div 4$ нс.

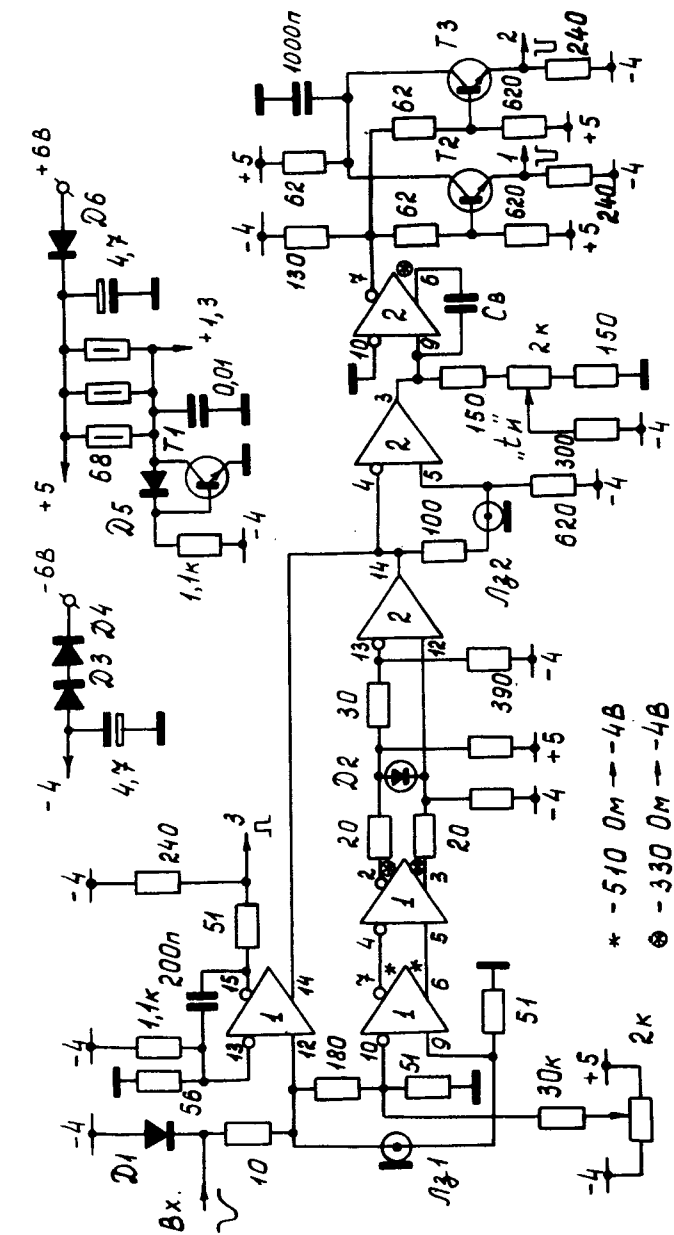


Рис. 4. Принципиальная схема формирователя со следующим порогом. Т1 - КТ315; Т2, Т3 - КТ316; Д1 - КД522; Д2 - ЗИЗОБЛ; Д3, Д4, Д6 - КД504; Д5 - КД513.

* - 510 Ом → -4В
 ⊗ - 330 Ом → -4В

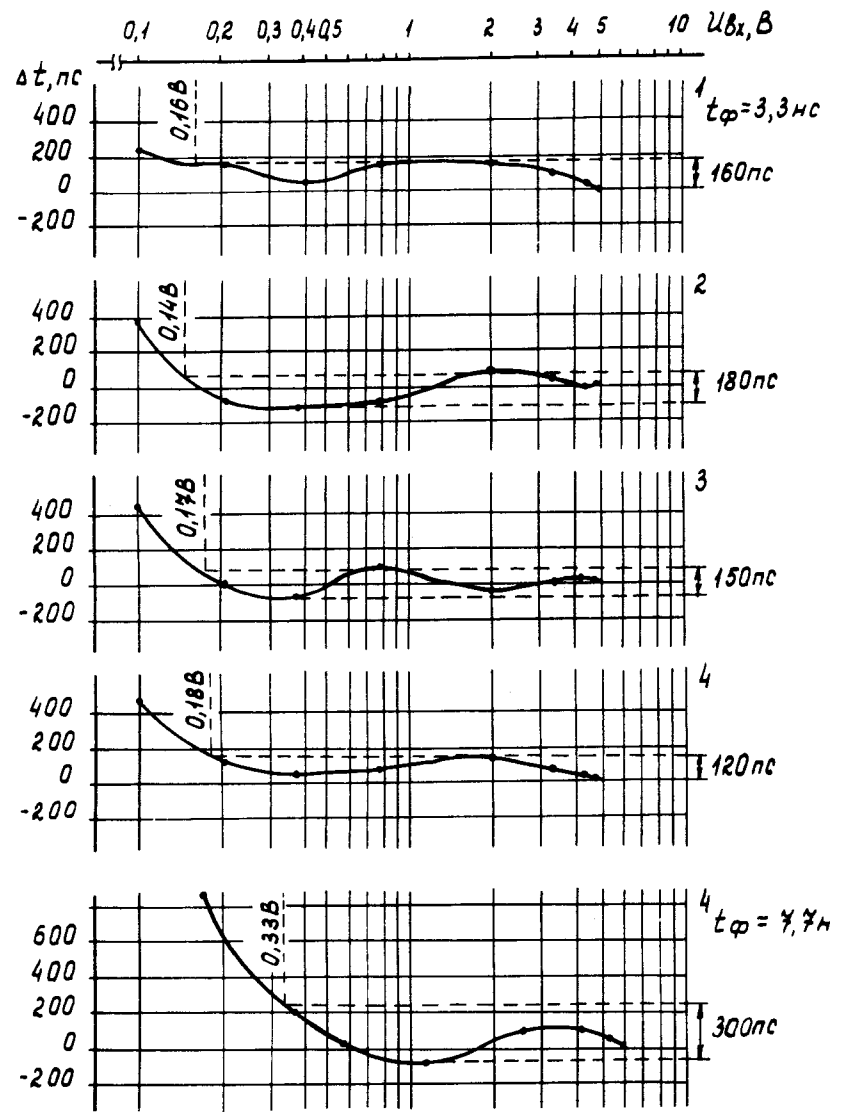


Рис. 5. Зависимость изменения задержки 1-4 формирователей от амплитуды импульса с ФЭУ с фронтом 3,3 нс /а=2/; та же зависимость для первого формирователя для импульса ФЭУ с фронтом 7,7 нс /д/.

Допустимая длительность входных сигналов - любая, свыше 4 нс.
 Мертвое время при 20-кратной перегрузке - 30 нс.

Выходы

Количество Импеданс - 2, прямых /уровни NIM /.
 - низкоомный, генераторы напряжения /защищены от короткого замыкания/.

Задержка "Гуляние" выходного импульса в рабочем диапазоне амплитуд 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.

Температурный диапазон - 0 ÷ +40° С.

Конструкция - ячейка КАМАК - 1М.

В заключение авторы считают своим долгом поблагодарить В.И.Какурину, В.И.Максименкову, М.Д.Евстигнееву за техническую помощь.

ЛИТЕРАТУРА

1. С.Г.Басиладзе и др. ОИЯИ, 13-6383, Дубна, 1972.
2. С.Г.Басиладзе и др. ПТЭ, №3, 88 /1973/.

3. В.А.Арефьев, С.Г.Басиладзе. ОИЯИ, 13-6594, Дубна, 1972.
4. S.G.Basiladze, Li Van Sun, A.N.Parfionov, V.Plachala. Nucl. Instr. and Meth., vol. 130, 301, 1975.
5. С.Г.Басиладзе и др. Труды VIIIМеждународного симпозиума по ядерной электронике. Издание ОИЯИ, Д13-9287, Дубна, 1975, 43.
6. М.И.Грачев и др. ПТЭ, №4, 1970, 79.
7. С.Г.Басиладзе, В.Тлачала. ПТЭ, №4, 96 /1975/.
8. С.Г.Басиладзе. ОИЯИ, 13-9744, Дубна, 1976.
9. M.R.Maier, P.Sperr. Nucl. Instr. and Meth., vol. 87, 13, 1970.
10. F.Gabriel, H.Shops. Nucl. Instr. and Meth., vol. 103 No. 3, 501, 1972.
11. С.Г.Басиладзе, В.Тлачала. ПТЭ, №5, 128 /1975/.
12. M.R.Mayer, D.A.Landis. Nucl.Instr. and Meth., vol. 117, No. 1, 245, (1974).
13. W.J.McDonald, D.White. Nucl. Instr. and Meth., vol. 119, No.3, 527, 1974.
14. С.Г.Басиладзе. ОИЯИ, 13-7955, Дубна, 1974.
15. W.H.Hardy, K.G.Lynn. IEEE Trans., NS-23, No. 1, 229, 1976.

Рукопись поступила в издательский отдел
 4 августа 1976 года.