

ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ  
ДУБНА



Б-272

15/v-78

13 - 11277

2124/2-78

С.Г.Басиладзе, Л.Лохонян

УСИЛИТЕЛЬ-ФОРМИРОВАТЕЛЬ  
ДЛЯ ДРЕЙФОВЫХ КАМЕР

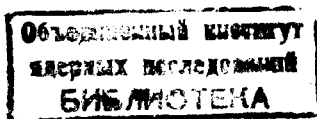
**1978**

13 - 11277

С.Г.Басиладзе, Л.Лохонян

**УСИЛИТЕЛЬ-ФОРМИРОВАТЕЛЬ  
ДЛЯ ДРЕЙФОВЫХ КАМЕР**

*Направлено в ПТЭ*



Басиладзе С.Г., Лохоня Л.

13 - 11277

Усилитель-формирователь для дрейфовых камер

Описывается усилитель-формирователь для дрейфовых камер, отличающийся от прототипов повышенной чувствительностью, введением дифференцирования входного импульса, меньшим потреблением мощности и количеством элементов. Параметры схемы: входное сопротивление - 300 Ом, порог - 1,9 мкА, собственное "гуляние" от генератора тока - 3,8 нс, потребляемая мощность 400 мВт/кан.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1978

В настоящей работе описывается усилитель-формирователь для дрейфовых камер, являющийся результатом усовершенствования схемы, описанной в работе /1/. Основные цели модификации - увеличение чувствительности, введение дифференцирования входного импульса /2/ и упрощение схемы.

Содержащий четыре идентичных канала усилитель-формирователь построен на основе интегральной схемы "дифференциальный приемник" К500ЛП16 /3/. Принципиальная схема усилителя приведена на рис. 1.

Резисторно-диодная цепочка /R1, D1, D2 / на входе схемы обеспечивает защиту усилителя от пробоев, выдерживая без повреждения ток разряда конденсатора емкостью 500 пФ, заряженного до 3 кВ. Усилитель состоит из двух секций, разделенных схемой дифференцирования. Первый каскад охвачен параллельной отрицательной обратной связью по напряжению, в результате чего его входное сопротивление - с учетом R1 в цепи защиты - составляет оптимальное значение - 300 Ом /4/. Парафазный выходной сигнал первого каскада подается на входы второго через дифференцирующие цепочки /C2-R6 и C3-R7 / с постоянной времени 20 нс\*. Вторая усилительная секция имеет коэффициент усиления - 120 и представляет собой последовательное соединение двух дифференциальных приемников, охваченных для стабилизации режима симметричной отрицательной обратной связью по постоянному току. Коррек-

\* Эта величина может варьироваться в зависимости от используемой камеры.

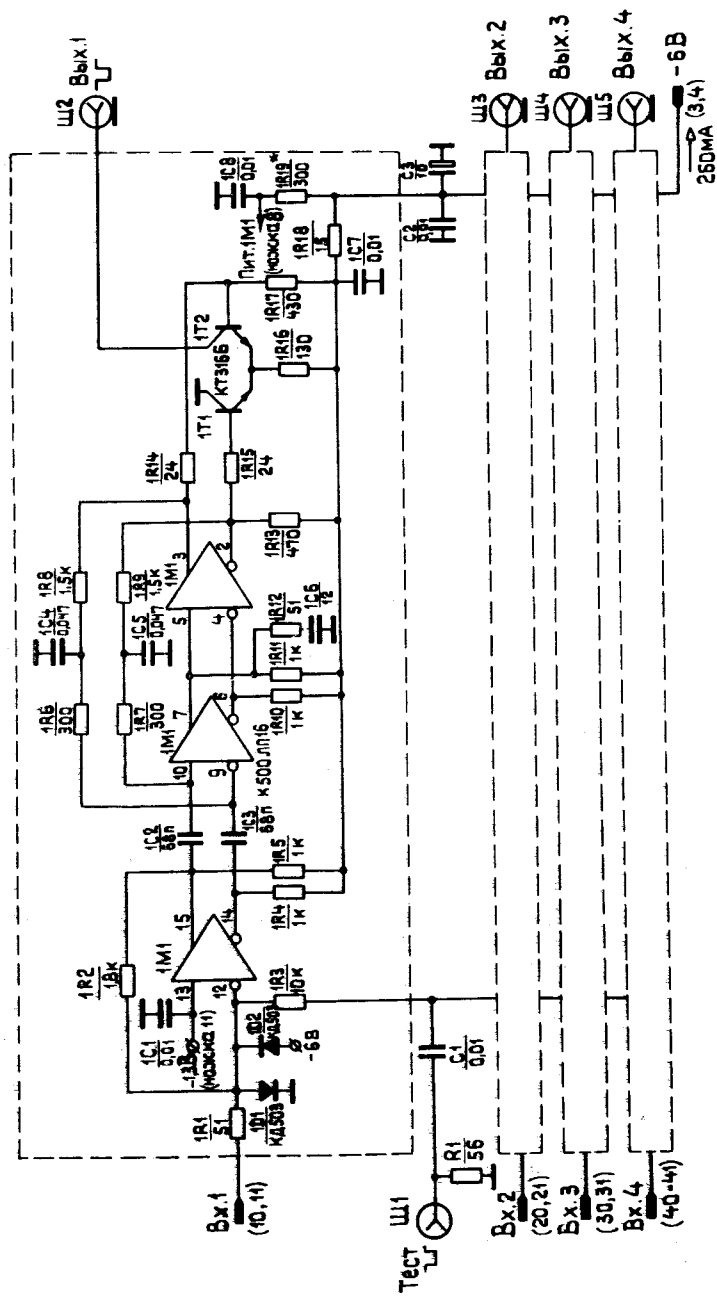


Рис. 1. Принципиальная схема усилителя-формирователя.

тирующая цепочка R12-C6 введена для предотвращения высокочастотной генерации. Выходной сигнал второго каскада поступает на транзисторную пару T1-T2, являющуюся дискриминатором и формирователем стандартных сигналов NIM.

Из схемы, ради ее упрощения и ликвидации подстроек, исключен дискриминирующий туннельный диод<sup>/1/</sup>. Результаты расчетов<sup>/5/</sup> и экспериментальных измерений показывают, что быстродействие схемы, оцениваемое величиной собственного "гуляния", при этом практически не ухудшается. Объясняется это тем, что основной вклад в собственное "гуляние" вносит инерционность трехкаскадного усилителя. Инерционность же переключающей пары T1, T2, служащей в описываемой схеме дискриминатором, существенно меньше.

Микросхема питается через отдельный развязывающий фильтр R19, C8. Сопротивление R19 выбрано с таким расчетом, чтобы понизить ее напряжение питания до 3,9 В и тем самым уменьшить усиление, оказавшееся при номинальном напряжении питания больше на 70%, чем у испытывавшейся также схемы МС 10216<sup>/6/</sup> /если в усилителе применять интегральную схему МС10216, то R19 должно иметь значение 39 Ом для достижения номинального напряжения питания 5,2 В/.

Так же, как и в усилителе-формирователе<sup>/1/</sup>, введен тестовый вход для проверки и калибровки каналов регистрации.

Схема испытывалась на стенде при помощи прямоугольных импульсов ртутного генератора с длительностью 20 нс, подаваемых на вход через резистор МЛТ-О,25-3 кОм. Последовательное сопротивление позволяет имитировать генератор токовых импульсов и учесть действие паразитных емкостей на входе /печатных проводников, диодов/ на собственное "гуляние" схемы. Например, подключение защитных диодов /суммарной емкостью 3 пФ/ увеличивает величину собственного "гуляния" на 0,4 нс, в то время как при испытании схемы от генератора напряжения<sup>/2/</sup> их вклад не может быть выявлен. Исключение составляло измерение уровня перекрестных наводок, где сигналы генератора подавались на вход схемы непосредственно, без последовательного

резистора. Измерения с последовательным резистором, ослабляющим сигналы генератора в 10 раз, не совсем корректны и дают сильно заниженные результаты по стойкости к перекрестным наводкам, поскольку в этом случае емкостное "пролезание" полного сигнала генератора существенно превышает наводку с входа усилителя на соседний канал. Выходные сигналы усилителя подавались на формирователь со ступенчатой передаточной характеристикой, имеющий порог 0,4 В.

На рис. 2 показан график зависимости задержки выходного сигнала усилителя-формирователя от амплитуды входного импульса тока. Как показывают измерения, введение дифференцирующей цепочки с  $\tau_D = 20$  нс

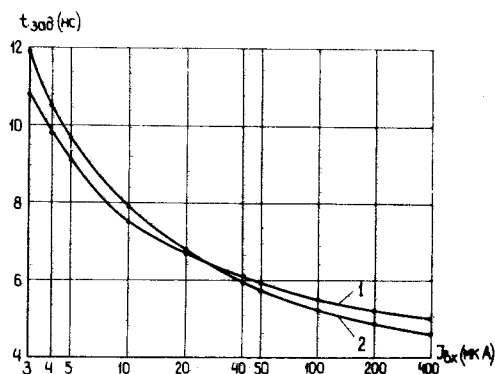


Рис. 2. 1 - характеристика собственного "гуляния" усилителя - формирователя; 2 - та же зависимость для усилителя, собранного на интегральной схеме МС10216.

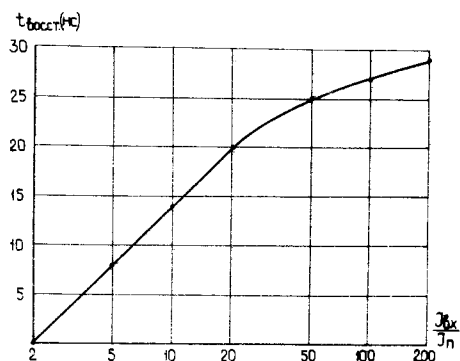


Рис. 3. Зависимость времени восстановления усилителя-формирователя от превышения порога входным сигналом ( $\tau_D \rightarrow \infty$ ).

приводит к увеличению порога на 70-90% и уменьшению гуляния на 25-30%, по сравнению со случаем, когда  $\tau_D = \infty$ . Под временем восстановления /график зависимости которого от величины входного сигнала приведен на рис. 3/ понималась величина уширения выходного импульса усилителя по сравнению с входным сигналом, измеренная на уровне 0,4 В, при постоянной времени дифференцирования  $\tau_D \rightarrow \infty$  /С2 и С3 равны 10 нФ/.

### КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СХЕМЫ

|  |                   |
|--|-------------------|
| Входное сопротивление  | - 300 Ом.         |
| Порог  | - 1,9 мкА.        |
| Собственное "гуляние"  | - 3,8 нс.         |
| Уровень перекрестных наводок   | - не более 0,15%. |
| Время восстановления при 50-кратной перегрузке ( $\tau_D \rightarrow \infty$ ) | - не более 25 нс. |
| Потребляемая мощность  | - 400 мВт/кан.    |

Следует отметить, что при использовании микросхемы МС10216 собственное "гуляние" усилителя составляет 4,9 нс, а потребляемая мощность - 480 мВт/кан.

Усилитель-формирователь испытывался с дрейфовой камерой, по конструкции и наполнению соответствующей описанной в работах /7,8/. Источник ( $^{106}\text{Ru} + ^{106}\text{Rh}$ ) помещался на расстоянии 13,5 см от камеры и был отделен коллиматором толщиной 6 см. Коллиматор имел отверстие  $\varnothing 6$  мм напротив сигнальной нити. На рис. 4 приведен график зависимости эффективности регистрации  $\beta$ -частиц источника от потенциала на сигнальной проволочке камеры. На этом же рисунке показан график зависимости процентной доли одновременного срабатывания двух соседних каналов. По нашим оценкам, эти данные соответствуют уровню взаимных наводок между соседними сигнальными проволочками дрейфовой камеры этой конструкции на уровне ~1%, и согласуются с данными работы /7/. На рис. 5 показано временное распределение сигналов с одной проволочки, снятое при помощи время-амплитудного конвертора. В спектре хорошо видна последовательность "впадин", появляющихся

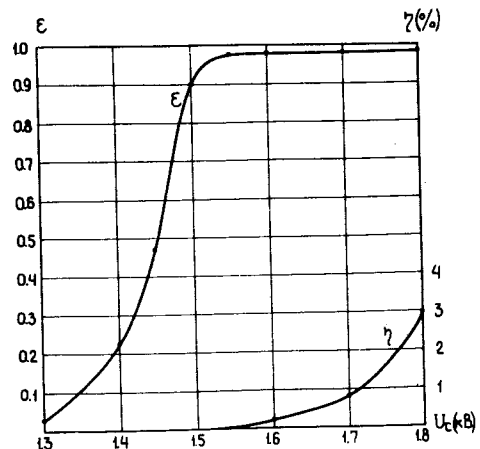


Рис. 4. Зависимость эффективности регистрации  $\beta$ -частиц ( $\epsilon$ ) и одновременного срабатывания соседних каналов ( $\eta$ ) от потенциала на сигнальной проволочке камеры.

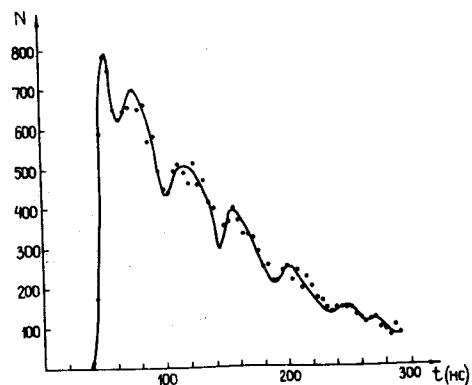


Рис. 5. Временное распределение сигналов с одной проволочки дрейфовой камеры, облученной пучком  $\beta$ -частиц.

из-за рассеяния электронов на катодных проволочках с шагом намотки 2 мм. "Тень" от катодных нитей диаметром 0,1 мм свидетельствует о хорошей временной разрешающей способности, а их временной сдвиг - 40 нс - находится в соответствии со скоростью дрейфа 50 мм/мкс.

Конструктивно четыре усилителя-формирователя размещены на печатной плате, размером 111,5x90 мм<sup>2</sup>. На многоконтактный разъем /КАМАК/ подведены входы усилителей и питание. Выходы и тестовый вход находятся на противоположной стороне платы в виде разъемов LEMO.

В заключение авторы считают своим долгом выразить благодарность В.Г.Аблееву за участие в измерениях с дрейфовой камерой и В.И.Какуриной за техническую помощь.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Басиладзе С.Г. ОИЯИ, 13-8911, Дубна, 1975.
2. Guzik Z. Fermi National Accelerator Laboratory. Report FERMILAB-76/301, December, 1976.
3. Таблица аналогов интегральных схем СССР и зарубежных фирм. Внешторгиздат, М.
4. Verweij H. Proc. of 1974 Nuclear Science Symp., Washington, 11-13 Dec., 1974, IEEE Transactions, NS-22, №1, 1975.
5. Басиладзе С.Г. ОИЯИ, 13-10408, Дубна, 1977.
6. MECL Integrated Circuits Data Book, Motorola Inc., 1972, sec. ed.
7. Filatova N.A. e.a. NIM, 1977, 143, p.17.
8. Басиладзе С.Г. и др. Международное совещание по методике проволоочных камер. ОИЯИ, Д13-9164, Дубна, 1975, с.31.

Рукопись поступила в издательский отдел  
20 января 1978 года.