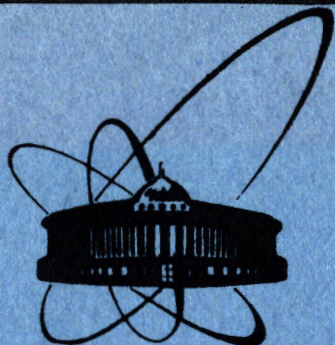


84-382



ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ  
ДУБНА

13-84-382

А.А.Омельяненко, М.Н.Омельяненко\*,  
Л.С.Барабаш

УСИЛИТЕЛЬ-ФОРМИРОВАТЕЛЬ  
С СИММЕТРИЧНЫМИ ОБРАТНЫМИ СВЯЗЯМИ  
ДЛЯ ДРЕЙФОВЫХ КАМЕР

Направлено в журнал  
"Приборы и техника эксперимента"

---

\* Филиал МИРЭА, Дубна

1984



Внедрение дрейфовых камер в большие экспериментальные физические установки требует наряду с высоким быстродействием и другими характеристиками канала усилителя-формирователя технологичности изготовления и настройки большого числа таких каналов. Транзисторные варианты усилителей-формирователей наилучшим образом удовлетворяют этим требованиям, но при условии гибридной реализации схем <sup>/1,2/</sup>, поэтому разрабатываются усилители-формирователи, полностью выполненные на современных быстродействующих микросхемах <sup>/3-5/</sup>, несмотря на значительное потребление мощности одним каналом /до 600 мВт/.

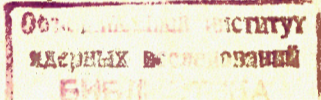
Усилители-формирователи <sup>/3,5/</sup> выполнены по одинаковой структурной схеме и отличаются типом применяемых отечественных микросхем. В <sup>/4,5,7/</sup> в качестве усилителя использованы микросхемы типа "дифференциальный приемник", охваченные несимметричными обратными связями. В данной работе предложена структурная схема включения дифференциального приемника с использованием симметричных обратных связей по напряжению. Такое включение улучшило стабильность, помехозащищенность при сохранении высокого быстродействия и тем самым значительно повысило устойчивость усилителя-формирователя в целом, что особенно важно при работе с большим числом каналов; появилась возможность устойчивой работы при более низких порогах срабатывания.

Принципиальная схема усилителя-формирователя представлена на рис.1. Усилитель выполнен на двух каскадах микросхемы типа К500ЛП116 /М1/, как и в <sup>/5/</sup>, и отличается от аналогичных разработок <sup>/4,5,7/</sup> тем, что каждый дифференциальный каскад усилителя охвачен по напряжению отрицательной обратной связью одинаковой глубины /резисторы R1, R5, R2, R6/ при отказе от общей отрицательной обратной связи по постоянному току с выхода на вход усилителя. Сигналы с обоих выходов усилителя поступают на два входа быстродействующего точного компаратора типа 597СА1/М2/. Порог задается с помощью управляющего напряжения  $U_{пор}$  и резисторного делителя R7, R8.

Основные характеристики усилителя-формирователя были измерены в режиме от генератора тока.

Характеристики усилителя-формирователя:

- собственный шум усилителя, приведенный ко входу,  $I_{ш,вх} \leq 30$  нА;
- крутизна преобразования усилителя для симметричной нагрузки  $s \approx 50$  мВ/мкА;
- собственный фронт усилителя  $\tau_{фр.} \approx 4,5$  нс;
- временной сдвиг переднего фронта импульса для диапазона входных амплитуд  $/2 \div 20/I_{пор}$ .  $\Delta t \approx 4$  нс;





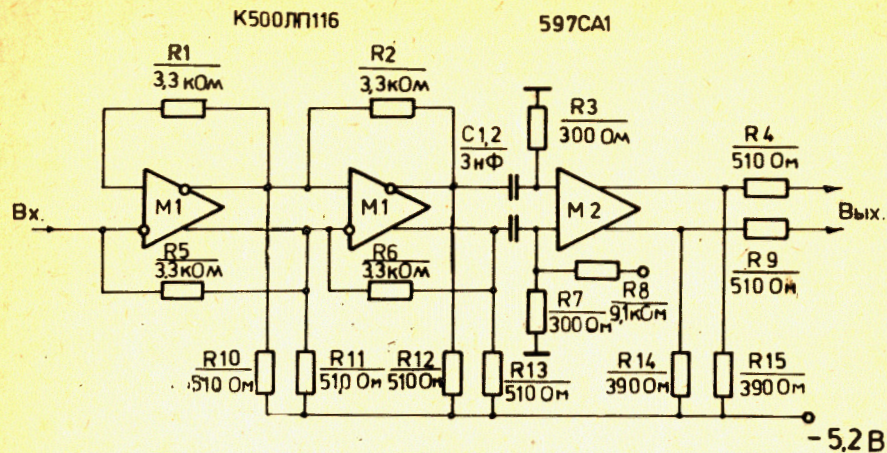


Рис.1. Принципиальная схема усилителя-формирователя.

- диапазон регулирования порога срабатывания  $I_{пор.} = /0,2 + \div 5/$  мкА;
- входное сопротивление  $R_{вх.} \approx 1,5$  кОм;
- ток, потребляемый от источников питания: 75 мА /-6 В/ и 20 мА /+6 В/.

Для входного дифференциального каскада усилителя с симметричными обратными связями выполнен расчет шумов при замене транзисторов Т-образной эквивалентной схемой<sup>1/6/</sup>. Симметричный режим по постоянному току в обоих плечах каскада и исполнение микросхемы на одном кристалле позволяют считать значения параметров входных транзисторов  $r_b$ ,  $r_3$ ,  $r_k$ , а также величины их шумов и величины шумов обратной связи  $R_{ос.}$  равными для двух плеч. Величина шума тока, приведенного ко входу, при условии, что источником входных сигналов является генератор тока, определяется выражением

$$I_{швх.} \approx 2 \sqrt{\frac{2kT(R_{ос.} + r_b + \beta r_3) \Delta f}{[R_{ос.} + r_b + \beta(r_3 + R_k)]^2}}, \quad //1/$$

где  $k$  - постоянная Больцмана;  $T$  - абсолютная температура;  $R_k$  - сопротивление нагрузки в коллекторе каждого транзистора;  $\beta$  - коэффициент усиления по току транзисторов, включенных по схеме с общим эмиттером;  $\Delta f$  - полоса частот.

Для значений  $R_{ос.} = 3,3$  кОм и значений  $r_b = 30$  Ом,  $r_3 = \frac{26}{I_3} \approx 3$  Ом

/при токах эмиттеров  $I_3 \approx 10$  мА/,  $\beta \approx 50$ ,  $\Delta f \approx 10^8$  Гц,  $I_{швх.} \leq 15$  нА. При расчете не были учтены шумы теплового тока транзисторов  $I_{ко.}$

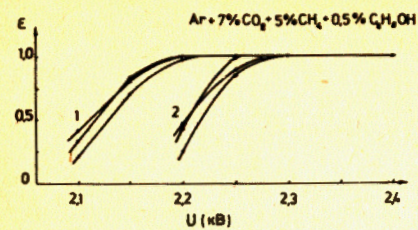


Рис.2. Зависимость эффективности регистрации треков в дрейфовой камере от напряжения на сигнальных проволоках. 1 - семейство характеристик, измеренное при  $I_{пор.} = 0,4$  мкА, 2 - семейство характеристик, измеренное при  $I_{пор.} = 1,0$  мкА.

шумы токораспределений в базах транзисторов, шумы второго каскада усилителя, которые предполагаются меньше учтенных. Измеренное значение шума  $I_{швх.} \leq 30$  нА больше расчетного значения  $I_{швх.} \leq 15$  нА, по-видимому, не только из-за неучтенных видов шумов, но из-за некоторого вклада наводок.

Усилитель-формирователь был испытан с различными типами дрейфовых камер. На рис.2 приведены зависимости эффективности регистрации треков электронов источника  $^{106}\text{Ru}$  от напряжения на сигнальных проволоках, измеренные на дрейфовой камере, изготовленной в ОНМУ ОИЯИ, с длиной сигнальной нити 40 см, для двух значений порогов срабатывания: 0,4 мкА и 1,0 мкА. Испытания показали, что усилитель-формирователь позволяет устойчиво работать при низких уровнях входных сигналов.

На рис.3 приведены счетные характеристики, полученные с одной из дрейфовых камер, изготовленных в ЛЯП ОИЯИ, при порогах срабатывания  $I_{пор.} \approx /2 \div 19/$  мкА. Из семейства счетных характеристик видно, что канал усилителя-формирователя может работать в широком динамическом диапазоне входных сигналов.

Таким образом, при использовании в качестве усилителя дифференциального приемника с симметричными обратными связями получено улучшение устойчивости усилителя-формирователя и снижение порога срабатывания по сравнению с данными работы<sup>1/5,7/</sup>.

В заключение авторы благодарят А.М.Артыкова и Б.Ситара за содействие в работе и в проведении измерений и проф. В.Г.Зинова за полезное обсуждение.

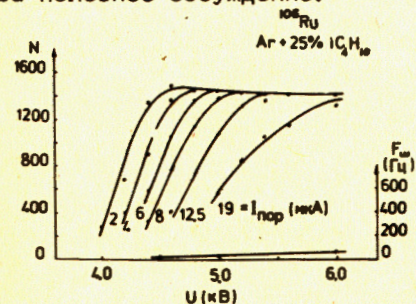


Рис.3. Счетные и шумовые характеристики дрейфовой камеры при разных порогах срабатывания канала электроники. Кривые 1,2, 3,4,5,6 соответствуют  $I_{пор.} = 2$ ; 4; 6; 8; 12,5 и 19 мкА.



## ЛИТЕРАТУРА

1. Engster C., van Konigsveld, пр Preamplifier Type 4253 General Description. CERN, Geneva, 1980.
2. Омеляненко А.А., Омеляненко М.Н. ОИЯИ, 13-82-56, Дубна, 1982.
3. Бушнин Ю.А. и др. ИФВЭ, 82-141, Серпухов, 1982.
4. Barrelet E. et al. A Two-Dimensional, Single-Photoelectron Drift Detector for Cherenkov Ring Imaging, CERN-EP/82-09, Geneva, 1982.
5. Голутвин И.А. и др. ОИЯИ, 13-83-823, Дубна, 1983.
6. Айнбиндер И.М. Шумы радиоприемников. "Связь", М., 1974.
7. Tarlé J.C., Verweij H. Nucl. Instr. and Meth., 1970, 78, p.93.

Рукопись поступила в издательский отдел  
31 мая 1984 года.

Омеляненко А.А., Омеляненко М.Н., Барабаш Л.С. 13-84-382  
Усилитель-формирователь с симметричными обратными связями для дрейфовых камер

Описан усилитель-формирователь для дрейфовых камер. Он выполнен на микросхемах типа К500ЛП116 и 597СА1 по схеме с симметричными обратными связями, что улучшило по сравнению с аналогичными разработками ряд характеристик: при сохранении высокого быстродействия улучшилась стабильность, помехозащищенность и тем самым значительно повысилась устойчивость усилителя-формирователя в целом, что особенно важно при работе с большим числом каналов, появилась возможность устойчивой работы при более низких порогах срабатывания. Минимальный порог срабатывания  $I_{\text{пор}} \approx 0,2 \text{ мкА}$ .

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований, Дубна 1984

## Перевод авторов

Omelyanenko A.A., Omelyanenko M.N., Barabach L.S. 13-84-382  
The Amplifier-Pulse Pulse Shaper with Symmetrical Feedbacks for Drift Chambers

The amplifier - pulse shaper for the drift chambers is described. The two integrated circuits K500LP116 and 597SA1 with symmetrical feedbacks are used. Compared with the similar circuits this circuit configuration ensures a more higher stability, noise immunity and a lower and more reproducible threshold. The minimum obtainable threshold is  $\approx 0,2 \text{ }\mu\text{A}$ .

The investigation has been performed at the Laboratory of Nuclear Problems, JINR.

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1984