

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ  
ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ СССР  
ИНСТИТУТ ФИЗИКИ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

ИФВЭ - ОНФ -- 89 - 206

И Ф В Э 89-206  
ОНФ

Р.Н.Краснокутский, Л.Л.Курчанинов, В.В.Тихонов,  
Н.Н.Федякин, Р.С.Шувалов

МАЛОШУМЯЩИЙ УСИЛИТЕЛЬ  
ДЛЯ МИКРОПОЛОСКОВЫХ ДЕТЕКТОРОВ  
И ПРОПОРЦИОНАЛЬНЫХ КАМЕР

Направлено в ИТЭ

Серпухов 1989

Аннотация

Краснокутский Р.Н. и др. Малошумящий усилитель для микрополосковых детекторов и пропорциональных камер: Препринт ИФВЭ 89-206.- Серпухов, 1989. - 3 с., 4 рис., библиогр.: 5.

Описан малошумящий усилитель с эквивалентным шумовым зарядом  $Q_{ш} = 2,1 \cdot 10^3$  электронов (ПШПМ) при длительности выходного сигнала 12 нс на уровне  $0,1 A_{max}$  при нулевой емкости детектора. Приводятся зависимости  $Q_{ш}(C_d, \tau)$ . Потребляемая мощность 105 мВт.

Abstract

Krasnokutsky R.N. et al. Low-Noise Preamplifier for Semiconductor Detectors and Proportional Chambers: IHEP Preprint 89-206. - Serpukhov, 1989. - p. 3. figs.: 4, refs.: 5.

The low-noise preamplifier on bipolar transistors is described. Under zero detector capacitance it has the equivalent noise charge of 2100 el. (FWHM) and pulse response total length is 12 nS. The equivalent noise charge as a function of the detector capacitance and RC=CR filter time constant is measured.

Обычно маломощные усилители для указанных в заголовке приложений делаются двухкаскадными – предусилитель и противозумовой усилитель-фильтр. В последний включаются и цепи для подавления гиперполического спада импульса МППК<sup>1,2/</sup>. Такая структура позволяет получить короткие сигналы для широкого диапазона выходных емкостных импедансов детекторов, но трудоемка в изготовлении и имеет большие размеры. Однако для целого ряда экспериментов рекордные нагрузочные способности не нужны, а, как правило, требуется компромиссный выбор между техническими и экономическими требованиями.

Мы полагаем, что описываемый ниже усилитель (рис.1) является подходящим вариантом для многих экспериментов по следующим причинам:

1. При малых емкостях детектора  $C_d=10+20$  пФ выходной сигнал короткий, а эквивалентный шумовой заряд практически такой же, как у лучших из описанных в литературе (см. обзор<sup>3/</sup>).

2. Оба каскада усиления "совмещены" – транзистор  $T_3$  является выходным для первого каскада и входным для второго. Такое решение позволяет уменьшить число транзисторов по сравнению с работой<sup>1/</sup> с шести до четырех, а габариты вдвое. Локальные обратные связи обоих каскадов имеют общую точку, но так как дифференциальное выходное сопротивление  $T_3$  мало, то связь между каскадами не приводит к потере устойчивости при емкостных импедансах детектора.

3. При работе с МППК, если необходимо укоротить сигнал, можно использовать пассивные компенсирующие цепочки между усилителем и компаратором. Экспериментатор всегда имеет возможность увеличить коэффициент газового усиления в несколько раз без ухудшения характеристик камеры, так как уровень шума усилителя мал.

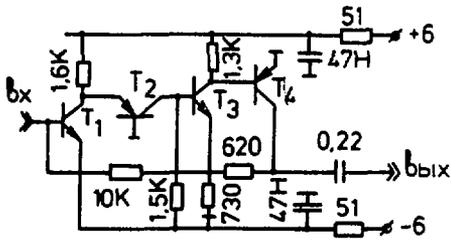


Рис.1. Принципиальная схема усилителя. Транзисторы прр-КТ399, прр-КТ363.

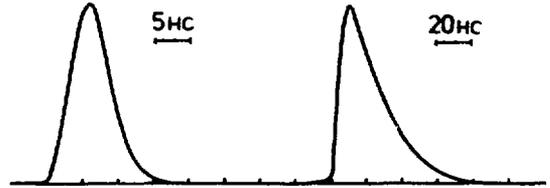


Рис.3. Импульсные характеристики усилителя при  $C_d=0$  пФ (а), и при  $C_d=170$  пФ (б). Входной сигнал — токовая дельта-функция. Сопротивление нагрузки — 50 Ом.

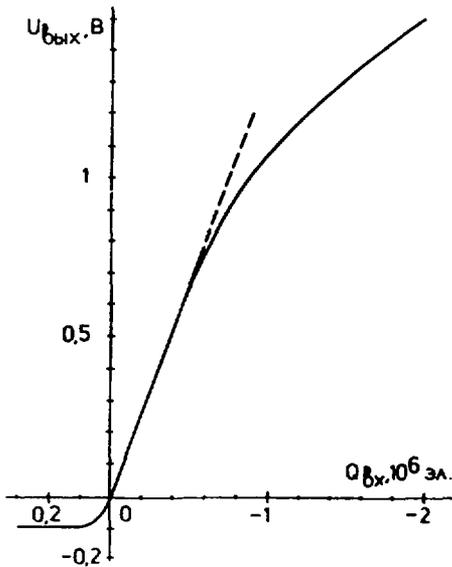


Рис.2. Зависимость амплитуды выходного сигнала от входного (токовая дельта-функция) при  $C_d=0$ . Сопротивление нагрузки — 50 Ом.

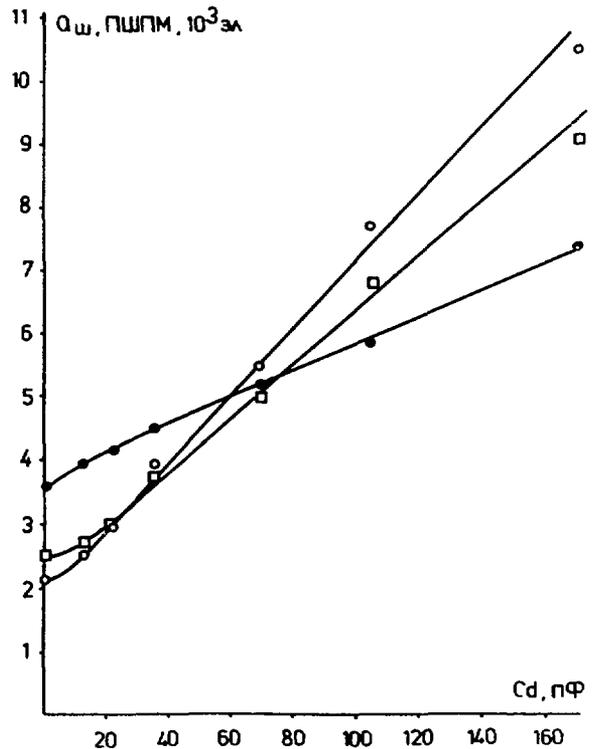


Рис.4. Зависимости эквивалентного шумового заряда  $Q_{ш}$  (полная ширина на половине максимума) от емкости детектора  $C_d$  и постоянных времени формирования (RC-CR)-фильтра. Входное сопротивление фильтра — 50 Ом. Обозначения: о — формирования отключена, □ —  $\tau=20$  нс, ● —  $\tau=100$  нс.

4. Схема проста, поэтому легко может быть сделана в гибридном исполнении.

На рис.2 показана зависимость амплитуды выходного сигнала на нагрузке 50 Ом от входного (токовая дельта-функция) при  $C_d=0$ . Коэффициент преобразования составляет 1,3 мкВ/эл при  $C_d=0$  и 0,34 мкВ/эл при  $C_d=170$  пФ.

На рис.3а,б приведены импульсные характеристики усилителя. Входное сопротивление, определенное по осциллограмме рис.3б, равно 100 Ом и совпадает с расчетным.

На рис.4 приведены зависимости эквивалентного шумового заряда от времени формирования (RC-CR)-фильтра и емкости детектора. Видно, что при малых емкостях детектора использовать противозумовые фильтры не нужно. Малый уровень шума обусловлен выбором типа головного транзистора<sup>/4,5/</sup>.

#### Список литературы

1. Костромин П.П. и др. Препринт ИФВЭ 87-159. - Серпухов, 1987; ПТЭ. 1988. № 6. С. 36.
2. Курчанинов Л.Л., Мяслицын В.К., Сушков В.В., Шувалов Р.С. Препринт ИФВЭ 89-131. - Серпухов, 1989.
3. Gatti E. and Manfredi P.F. // La Rivista del Nuovo Cimento. 1986. V. 9, Serie 3, P. 3.
4. Краснокутский Р.Н., Курчанинов Л.Л., Тихонов В.В. и др. Препринт ИФВЭ 86-217. - Серпухов, 1986; ПТЭ, 1988, № 3, С. 129.
5. Краснокутский Р.Н., Курчанинов Л.Л., Тихонов В.В. и др. Препринт ИФВЭ 88-116. - Серпухов, 1988.

Рукопись поступила 8 сентября 1989 г.

Р.Н.Краснокутский и др.

Маломумящий усилитель для микрополосковых детекторов  
и пропорциональных камер.

Редактор Н.В.Ежела. Технический редактор Л.П.Тимкина.  
Корректор Т.Д.Галкина.

---

Подписано к печати 15.XI.89. Т-18171. Формат 60x90/16.  
Офсетная печать. Печ.л. 0,18. Уч.-изд.л. 0,32. Тираж 260.  
Заказ 634. Индекс 3649. Цена 4 коп.

---

Институт физики высоких энергий, 142284, Серпухов Московской обл.

---

П Р Е П Р И Н Т 89-206, И Ф В Э, 1989

---