

СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА



Ц 7
А-651

16/10-7
P13 - 6944

К.Андерт, А.Е.Банифатов, Ф.Габриэль, А.И.Калинин

144/2-73

ЗАРЯДОЧУВСТВИТЕЛЬНЫЙ ПРЕДУСИЛИТЕЛЬ
СО СТОКОВОЙ ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ

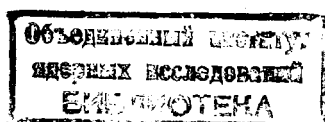
1973

ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ ПРОБЛЕМ

P13 - 6944

К.Андерт, А.Е.Банифатов, Ф.Габриэль, А.И.Калинин

ЗАРЯДОЧУВСТВИТЕЛЬНЫЙ ПРЕДУСИЛИТЕЛЬ
СО СТОКОВОЙ ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ



Существенным источником шума в предусилителях с охлажденным полевым транзистором является резистор обратной связи, обычно включаемый в зарядочувствительных схемах для восстановления заряда на затворе полевого транзистора. Разработчиками малозумящих зарядочувствительных предусилителей предложено несколько способов работы предусилителей без резистора обратной связи. В одном из них ^{/1/} вместо резистора используется импульсная оптическая обратная связь при помощи светодиодов. В другом способе ^{/2/} полевой транзистор удерживается в заданном режиме импульсами напряжения, подаваемыми на затвор полевого транзистора через детектор. Хотя в обоих случаях между затвором полевого транзистора и детектором нет дополнительных элементов, кроме емкости обратной связи и генераторной емкости, обоим способам присущи недостатки: в одном - трудность светоизоляции детектора, в другом - возможность работы только с одной полярностью включения детектора /"р" слоем к затвору полевого транзистора/, при которой паразитная емкость на землю больше.

Еще раньше ^{/3/} экспериментально была показана возможность работы предусилителя без резистора обратной связи, если напряжение на стоке транзистора достаточно велико. Предполагалось, что такой способ работы применим только при токе детектора, меньшем тока затвора, т.к. было замечено, что при больших нагрузках полевой транзистор закрывается. Обстоятельное исследование работы полевого транзистора без резистора обратной связи на затворе ^{/4/} показало, что без резистора обратной связи можно работать при любом соотношении токов детектора и затвора, если с увеличением тока детектора, например при повышении нагрузки, соответствующим образом поднимать напряжение на стоке. При этом в результате ударной ионизации в области высокого электрического поля возрастает ток затвора, что способствует восстановлению заряда на затворе и предотвращает закрывание полевого транзистора. Очень важно, что увеличение тока затвора не сопровождается полными дробовыми шумами, и, таким образом, работа в этом режиме не опасна с точки зрения ухудшения разрешения.

В данной работе предлагается схема предусилителя /рис.1/, в котором необходимое напряжение на стоке полевого транзистора поддерживается при помощи обратной связи по постоянному току. Для этого выходное напряжение зарядочувствительной секции через операционный усилитель и интегрирующее звено подается на вход эмиттерного повторителя, регулирующего напряжение на стоке. Кроме того, выходное напряжение эмиттерного повторителя через резистор 510 ом, на котором при помощи генератора тока создается опорное напряжение, поддерживает неизменным режим второго каскада и всех последующих транзисторов. По существу, эта схема обратной связи стабилизирует проходящий через полевой транзистор ток, величину которого можно устанавливать переменным резистором в эмиттере генератора тока на транзисторе КТ 312. Операционный усилитель включен для увеличения глубины обратной связи, кроме того, он выполняет функцию восстановителя нулевой линии на выходе зарядочувствительной секции.

Предусилитель испытывался с Si(Li)-детектором /диаметр - 3,7 мм, толщина чувствительного слоя - 3 мм/, изготовленным в ЦИЯИ /Дрезден, ГДР/. Детектор и полевой транзистор / 2N4416 в заводском корпусе/ смонтированы в криостате на сапфировых изоляторах.

Для измерения энергетических спектров использовались основной усилитель и амплитудно-цифровой преобразователь типа БАП - 7, входящие в анализаторный комплекс АИ-4096.

На рис. 2 приведен рентгеновский спектр ^{241}Am . Наилучшее разрешение /на линии 17 кэВ $\Delta \approx 370$ эВ/ получено при напряжении на детекторе $E = 150$ в с постоянной времени формирования $\tau = 3,2$ мксек. Ширина генераторного пика при включенном детекторе составляет 300 эВ.

Ухудшение разрешения начинается при скорости счета $5 \cdot 10^3$ импульсов в секунду.

Авторы выражают искреннюю благодарность Х.Ульриху и К.Шепсу за предоставление детектора.

Литература

1. F.S.Goulding. IEEE Trans. on Nucl. Sci., Ns-17, No.1., 218 (1970).
2. V.Radeka. IEEE Trans. on Nucl. Sci., Ns-17, No. 3, 433 (1970).
3. Р.Арльт, А.И.Калинин. ОИЯИ, Б4-В-4875, Дубна.
4. E.Elad. IEEE Trans. on Nucl. Sci., NS-19, No. 1, 403 (1972).

Рукопись поступила в издательский отдел
9 февраля 1973 года.

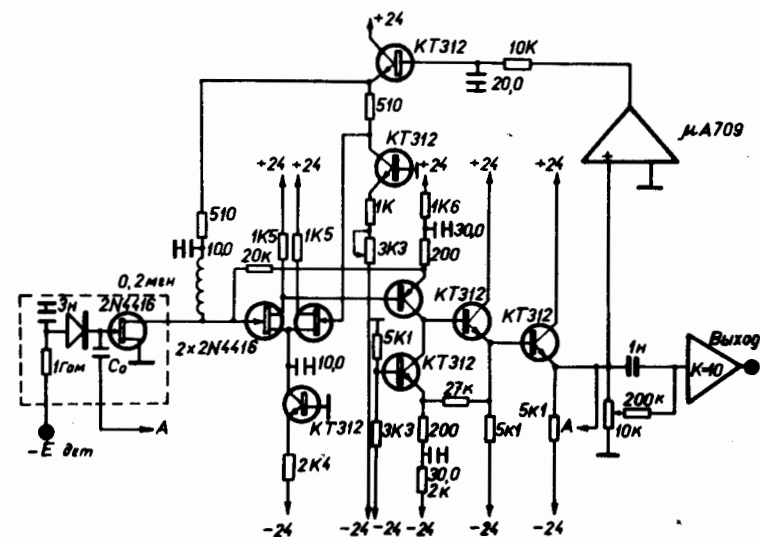


Рис. 1. Схема предусилителя со стоковой обратной связью.

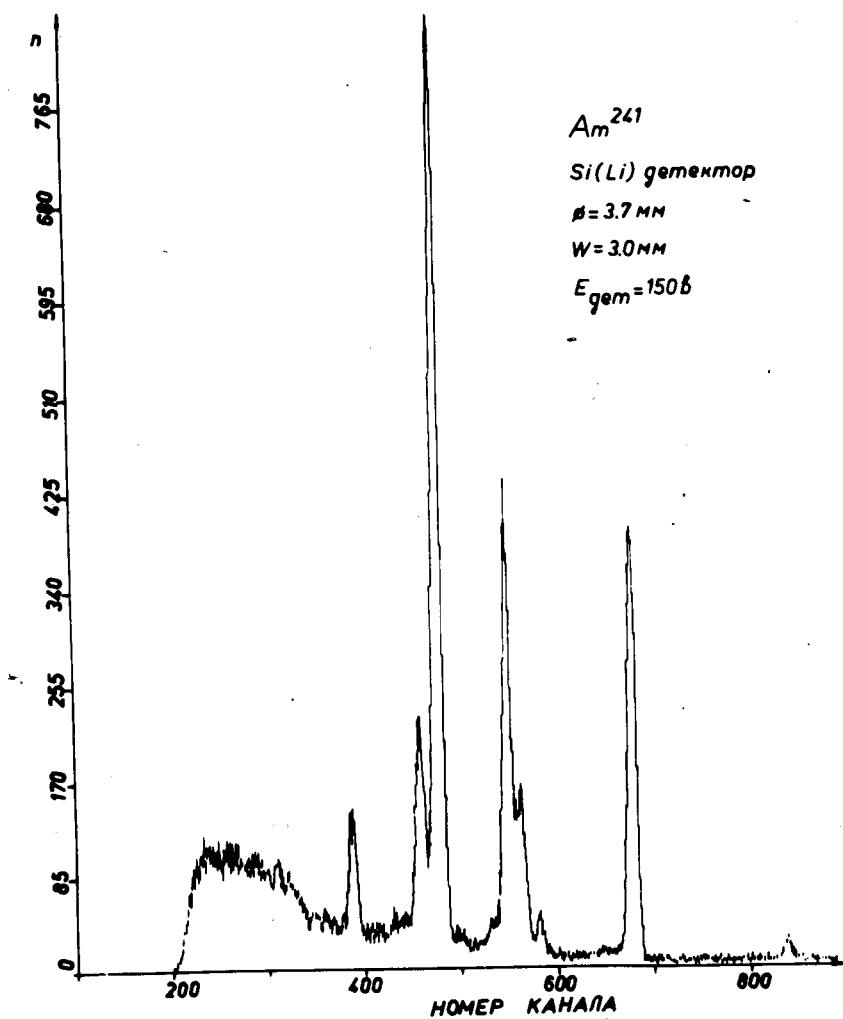


Рис. 2. Рентгеновский спектр ^{241}Am . Высота линии $E = 13 \text{ кэВ}$ значительно ниже обычной из-за толстого мертвого слоя в детекторе.