

**ВЫСОКОСТАБИЛЬНЫЕ СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКИЕ УСИЛИТЕЛИ ТОКА И НАПРЯЖЕНИЯ НА ИНТЕГРАЛЬНЫХ МИКРОСХЕМАХ****И. А. Копысов, А. А. Тихомиров**

УДК 539.1075

В работе описываются высокостабильные широкополосные спектрометрические предусилители напряжения и тока, позволяющие работать с широким набором детекторов, используемых в различных физических экспериментах.

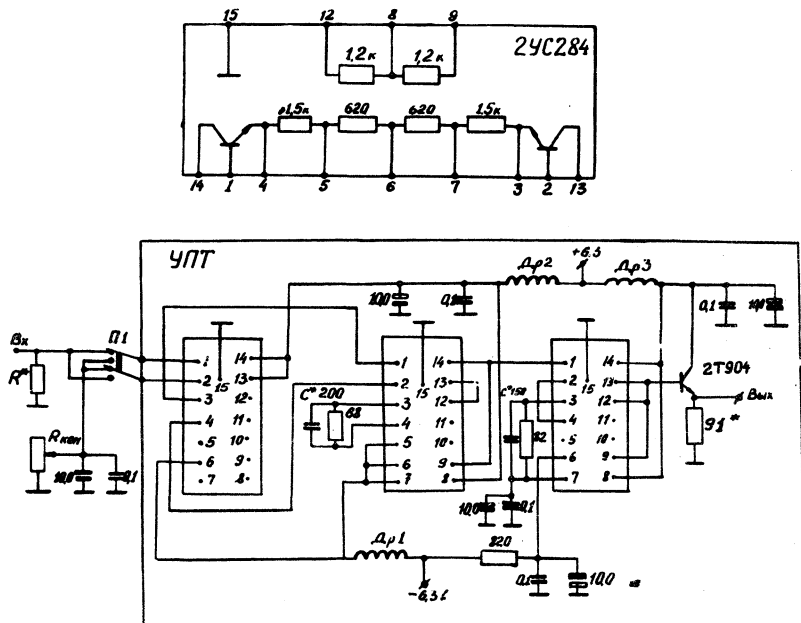
В данной работе описываются спектрометрические предусилители напряжения и тока, перекрывающие диапазон входных сопротивлений от нескольких ом до нескольких мегом. Такие предусилители позволяют работать с широким набором детекторов ядерных излучений. Описанные усилители прошли проверку в различных физических экспериментах и показали высокую надежность, простоту в эксплуатации и настройке /1,2/.

Для обеспечения стабильности коэффициента усиления в широком диапазоне частот, а также линейности характеристики в усилителях используется отрицательная обратная связь. Межкаскадная отрицательная связь дает хорошие результаты на достаточно низких частотах 20–25 Мгц. При больших частотах 25–100 Мгц и выше обратная связь, охватывающая более одного каскада, не применяется из-за большого времени распространения сигнала в каскаде.

Чтобы избежать смещения нулевой линии при больших нагрузках использованы гальванические связи на протяжении всех каскадов усилителей.

Рассматриваемые конструкции выполнены на интегральных микросхемах типа "Терек-2". Применение интегральных микросхем позволило уменьшить габариты, повысить надежность, значительно уменьшить температурную нестабильность: дрейф нуля в схемах с гальваническими связями практически отсутствует, попарно объединенные внутри микросхемы транзисторы взаимно компенсируют изменения тока.

Усилитель тока для биполярного сигнала (рис. I) обладает следующими характеристиками: входное сопротивление от единиц до сотен ом; выходное сопротивление - 75 ом; шумы, приведенные ко вхо-

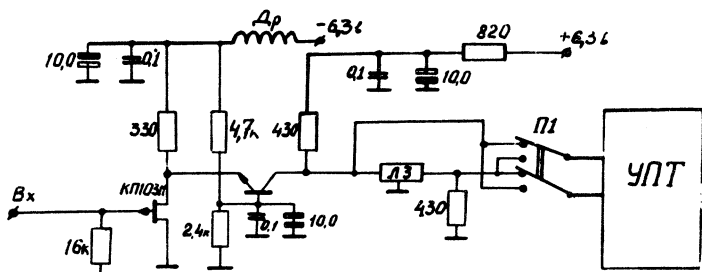


Р и с. I.

ду - 10 мВ; коэффициент усиления - 100 (40 дБ); максимальный неискаженный сигнал на выходе (с нелинейностью не хуже 0,2%) до 4 вольт размаха; полоса пропускания по уровню 1 дБ - (0-40) МГц; температурная нестабильность - 0,03%/°С (была измерена в диапазоне температур +(-10-40°С)); схема предусматривает переключение полярности сигнала на входе, что позволяет получить на выходе сигнал любой полярности с изменением или без изменения фазы.

Усилитель выполнен на трех микросхемах типа 2YС284. На входе стоят эмиттерные повторители, выполненные на микросхеме. В базу одного из транзисторов эмиттерного повторителя включается сопротивление  $R^*$ , номиналом от единиц до сотни ом, определяющее  $R_{вх}$  усилителя. Чтобы избежать разбаланса следующих каска-

дов в базу второго эмиттерного повторителя включается переменное сопротивление, которое устанавливается при настройке. Если входное сопротивление усилителя выбирается до 10–15 ом, то разбаланса, как правило, не наблюдается и базу второго транзистора можно заземлить. Внутрикаскадная отрицательная обратная связь дает достаточно широкую полосу пропускания при значительном коэффициенте



Р и с. 2.

енте усиления. На выходе усилителя стоит однокаскадная ячейка с обратной связью и мощный эмиттерный повторитель на транзисторе типа 2Т904А.

Усилитель напряжения (рис.2) выполнен на базе токового усилителя и обладает следующими характеристиками: входное сопротивление до 1 мгом; шум, приведенные ко входу – 30 мкв; коэффициент усиления – 50 (35 дб); полоса пропускания по уровню 1 дб (0–30) мГц; предусмотрена формировка сигнала; остальные характеристики те же, что и у токового усилителя.

В качестве головного элемента усилителя выбран полевой транзистор типа КП103М, что позволяет получить входное сопротивление до единиц мгом при достаточно низком уровне шума. Каскадное включение полевого транзистора дает лучшее соотношение сигнал/шум при большом коэффициенте усиления. Полевой транзистор, транзистор (КТ306) Т<sub>2</sub>, входная емкость и сопротивление смещения крепятся на второпластовых столбиках, что позволило снизить собственные шумы усилителя приблизительно в два раза. В усилителе осуществляется формирование сигнала по времени. При формировке амплитуда сигнала сохраняется. Формировка по времени позволяет увеличить пропускную способность усилителя без его перегрузки по час-

тоте поступающих сигналов. Формирование осуществляется вычитанием сигналов в дифференциальном каскаде. На один из входов поступает сигнал непосредственно с полевого транзистора, на другой вход дифференциального каскада сигнал поступает через кабель задержки с волновым сопротивлением  $\rho = 400$  ом. Время формирования 100 нсек выбирается из расчета снижения шумов усилителя и максимальной нагрузочной способности. Подробно эти вопросы освещены в работах /3,4/. Транзистор КП10ЭМ имеет граничную частоту около 20–25 мГц, поэтому в усилителе напряжения в последующих каскадах произведена коррекция по высокой частоте для получения равномерной частотной характеристики всего усилителя в диапазоне до 30–35 мГц. При использовании более качественных полевых транзисторов коррекция не нужна.

Авторы выражают благодарность А. И. Исакову и А. В. Антонову за обсуждение и ценные советы, а также сотрудникам лаборатории Ю. А. Меркульеву, А. И. Никитенко, В. И. Куликову, Е. Н. Волкову, Р. Н. Трактирникову за помощь в изготовлении, настройке и испытании усилителей в физических экспериментах.

Поступила в редакцию  
II ноября 1973 г.

#### Л и т е р а т у р а

1. А. В. Антонов и др. Сборник "Краткие сообщения по физике" № II, 34, 1973 г.
2. А. В. Антонов и др. Сборник "Краткие сообщения по физике", № 2, 1974 г. (в печати).
3. Е. Ковальский. Ядерная электроника. Перевод с английского. Москва, Атомиздат 1972 г.
4. Б. В. Фейлов. Препринт № 110, ОИЯИ. Дубна, 1964 г.