

УДК 621.383.8:621.316.8

## Серия малошумящих гибридных ИС для многоканальных ФПУ на КРТ-фоторезисторах

З. Н. Ефимова, А. В. Заславский, П. А. Кузнецов, Е. А. Попов,  
Е. А. Климанов, А. А. Тимофеев, Л. П. Хомяков  
Государственное унитарное предприятие «НПО "Орион"», Москва, Россия

*Рассмотрены основные недостатки традиционной схемы предварительных усилителей (ПУ) для КРТ-фоторезисторов. Предложены различные варианты нетрадиционных схемотехнических построений ПУ, основанных на использовании дифференциального усилителя с внутренней обратной связью "Элан-1Б". Представлены основные параметры разработанных микросборок ПУ.*

В многоканальных предусилителях, применяемых в ФПУ на основе КРТ-фоторезисторов, наиболее часто используется базовая электрическая схема на основе операционного усилителя (ОУ) с разделительным конденсатором на входе. На рис. 1 в качестве примера приведена схема с ОУ 1407 УД-3.

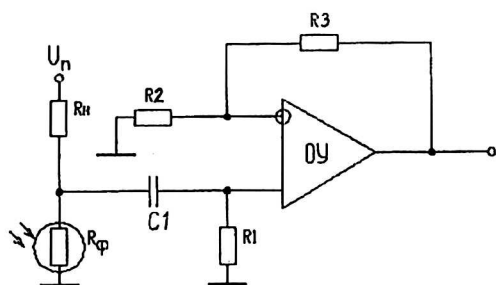


Рис. 1. Базовая электрическая схема включения фоторезистора

Анализ приведенной схемы позволяет выявить ряд недостатков при ее использовании в телевизионной аппаратуре:

- 1) наличие нижней граничной частоты ( $f_H = 1/2\pi R_1 C_1$ ) вносит искажения в выходной сигнал;
- 2) большая емкость конденсатора  $C_1$  при  $f_H = 2-3$  Гц (68—100 мкФ) и, следовательно, увеличенные габаритные размеры ПУ;
- 3) низкое входное сопротивление ПУ, определяемое сопротивлением  $R_1$ ;
- 4) наличие у спектральной плотности шума на выходе ПУ дополнительной компоненты, обусловленной протеканием через резистор  $R_1$  низкочастотного шумового тока ОУ;
- 5) большая постоянная составляющая на выходе ПУ, определяемая усилением входных погрешностей ОУ, ограничивающая верхнее допустимое значение  $K_n$ ;
- 6) низкий коэффициент передачи ПУ ( $K_n = R_3/R_2 + 1 = 100-200$ ), что объясняется предыдущим недостатком;
- 7) для обеспечения малого разброса коэффициента передачи между каналами ( $\Delta K_n/K_n$ ) необходимо выполнение цепи отрицательной обратной связи (ООС) на отдельной ситалловой плате;
- 8) малое сопротивление резистора  $R_2$  (порядка 30 Ом) делает необходимым принятие дополнительных мер по снижению коэффициента связи ( $K_{св}$ ) между каналами ПУ;

9) для усиления сигнала с фотоприемника используется только неинвертирующий вход ОУ, поскольку к инвертирующему входу подключена цепь ООС;

10) совокупность указанных недостатков не позволяет оптимальным образом сочетать массогабаритные и электрические характеристики микросборок ПУ.

Следует отметить, что от качества используемого в ПУ операционного усилителя зависят значения погрешностей, отмеченных в пп. 4 и 5. Остальные недостатки сложно устранить при использовании традиционной схемы ОУ. Поэтому для их преодоления в ходе ОКР “Элан-1” была разработана модификация дифференциального усилителя общего применения Б1449УД-1 (“Элан-1А”) — Б1449УС1-1 (“Элан-1Б”) с дополнительным инвертирующим входом и подключенной к нему цепью ООС, расположенной на кристалле микросхемы.

На рис. 2 приведена блок-схема одного канала ОУ “Элан-1Б”. Упомянутым выше дополнительным входом является вывод “Э”, к которому подключается многоэлементный резистор обратной связи  $R_{ос}$ , позволяющий с помощью контактных площадок (Рег.1, Рег.2, Рег.3, Рег.4) и внешнего замыкания с выходом ОУ устанавливать коэффициент передачи в пределах 200—4000. Между эмиттерами входных транзисторов включен низкоомный резистор  $R_0$ . При этом  $K_n = \frac{2R_{ос}}{R_0}$ .

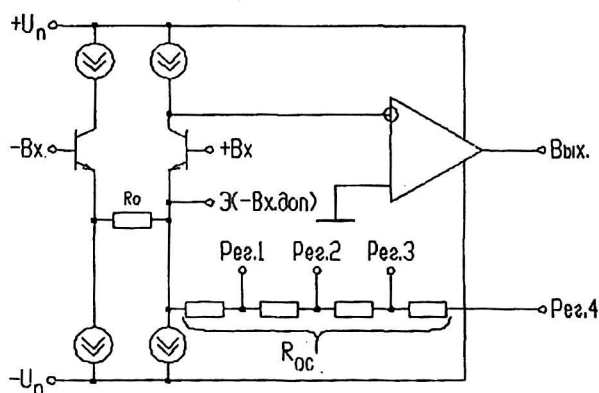


Рис. 2. Блок-схема ДУ Б1449УС1-1

Как правило, один из оставшихся входов ДУ используется для глубокой ООС по постоянному току, которая может быть реализована как на обычной RC цепочке, так и с помощью интегратора на ОУ с полевым входом.

В табл. 1 приведены некоторые варианты схемотехники ПУ с использованием ОУ “Элан-1Б” и реализующей цепи ООС на RC-цепочке (см. табл. 1; варианты 1, а, 1, б) и интеграторе на основе ОУ (см. табл. 1; 2, а, 2, б).

Введение в цепь ООС ключевого элемента (Кл) с внешним импульсным управлением (см. табл. 1; 3, а, 3, б) позволяет разработчику устанавливать режим работы ПУ с нулевой нижней частотой ( $f_n = 0$ ), т. е. без низкочастотных переходных процессов, искажающих выходной сигнал ПУ. Указанные искажения (так называемый “скол” на выходном импульсе) обычно приходится устранять введением соответствующих корректирующих цепей в последующих узлах электронного тракта.

Следует отметить, что в табл. 1 приведены лишь основные направления совершенствования ПУ, в то время как многообразие практических схем может быть гораздо шире.

Таблица 1

Варианты ПУ	Сравнительные признаки				
	Характер ООС по постоянному току	Максим. коэффициент передачи	Сигнальный вход ПУ	Постоянное напряжение на выходе ПУ	Недостатки (см. пп.)
1,а 	Непрерывная	400	Неинвертирующий	$U_{вх} + I_{вх} R1$	1; 2; 4; 5
1,б 	"	400	Инвертирующий	$I_{вх} R1$	1; 2; 3; 4; 5
2,а 	"	$\geq 2000$	То же	$U_{см} DA2$	1
2,б 	"	$\geq 2000$	"	$U_{см} DA2$	1; 4
3,а 	Импульсная	$\geq 2000$	"	$U_{см} DA2$	—
3,б 	"	$\geq 2000$	"	$U_{см} DA1$	—

На основе приведенных принципиальных схем была разработана серия многоканальных ГИС для различных ФПУ на основе фоторезисторов КРТ.

В зависимости от варианта схемы ГИС реализовывались в виде четырех- и восьмиканальных микросборок, размещенных в стандартных корпусах 155.15-1 и 157.29-2. Некоторые типы микросборок приведены в табл. 2.

Таблица 2

Основные параметры разработанных микросборок ПУ

Тип микросборки	Число каналов	Коэффициент передачи	ЭДС шума, $\text{нВ}/\text{Гц}^{1/2}$ ( $f = 1 \text{ кГц}$ )	Частота, Гц		Ток потребления, мА	Напряжение питания, В	Тип корпуса
				нижняя	верхняя			
БУТИ.431135.005*	8	200	$\leq 2,0$	40	$\geq 150$	$\leq 32$	$\pm 9$	157,29-2
БУТИ.431135.003	8	5000	$\leq 2,0$	2,5	20	$\leq 28$	$\pm 9$	157,29-2
БУТИ.431135.004	8	1300	$\leq 2,0$	2,5	$\geq 150$	3,5	$\pm 9$	157,29-2
БУТИ.431135.002	8	700	$\leq 2,0$	0	$\geq 200$	$\leq 28$	$\pm 9$	157,29-2
"Факт-ПУ"	4	2500	$\leq 2,0$	0	20—27	3,0	$\pm 9$	155,15-1
"Стыковка ПУ"	8	600	$\leq 1,2$	3,0	$\geq 500$	$\leq 3$	$\pm 9$	157,29-2

\* Содержит встроенный ВИП для ФП.

## A series of the low-noise hybrid IC for multichannel photoreceiving devices on the basis of the CdHgTe photoresistors

Z. N. Efimova, A. V. Zaslavsky, P. A. Kuznetsov, E. A. Popov,  
E. A. Klimanov, A. A. Timofeev, L. P. Khomjakov

State Unitary Enterprise «RD&P Center "Orion"», Moscow, Russia

*The basic shortages of the conventional circuit of the preamplifier for a photoreceiving device on the basis of CdHgTe photoresistor are considered in the paper. The various variants of non-traditional preamplifiers based on use of the differential amplifier with the interior feed-back "Elan-1B" are offered. The basic parameters of the developed microassemblies for preamplifiers are represented.*