

УДК 621.317.71/72

Усилитель постоянного тока с малым дрейфом. Б р е т м а н В. В., Б а к о в В. А., К у р т о в А. Т. — В кн.: Научное приборостроение. Теоретические и экспериментальные исследования. Л.: Наука, 1984, с. 128—131.

Описан усилитель постоянного тока МДМ с коэффициентом усиления, равным примерно 10^6 , приведенным временным дрейфом менее 0.01 мкВ/сут и приведенным температурным дрейфом менее 0.01 мкВ/град. Лит. — 3 назв., ил. — 2, табл. — 1.

В. В. Бретман, В. А. Баков, А. Т. Куртов

УСИЛИТЕЛЬ ПОСТОЯННОГО ТОКА С МАЛЫМ ДРЕЙФОМ

В технике измерений слабых сигналов постоянного тока и инфранизких частот широко применяются усилители постоянного тока (УПТ) [1, 3]. Одной из основных характеристик усилителей является минимально различимый сигнал. Усиливать напряжение менее единиц микровольт и токи менее единиц наноампер в настоящее время является обычным делом во многих отраслях науки и техники. Однако в большинстве используемых усилителей, работающих в нормальных условиях, минимально различимый сигнал определяется его дрейфом [2].

В данной работе описан усилитель постоянного тока с малым дрейфом (УПТ МДМ), имеющий следующие основные характеристики:

Коэффициент усиления при разомкнутой обратной связи K	1.5 · 10 ⁸
Приведенный температурный дрейф δ	Менее 0.01 мкВ/°С
Приведенный временной дрейф	Не обнаружен
Граничная частота f_v	4 Гц
Входное сопротивление при разомкнутой обратной связи $R_{вх}$	40 кОм
Выходное сопротивление $R_{вых}$	500 Ом
Максимальное выходное напряжение $U_{вых. макс}$	±10 В
Время выхода на рабочий режим	Не более 2 с
Напряжение источников питания	±12 В
Потребляемая мощность	500 мВт
Габариты	30×100×100 мм
Масса	0.5 кг

Принципиальная схема (рис. 1) УПТ МДМ состоит из следующих основных узлов: модулятора, усилителя постоянного тока и мультивибратора.

Модулятор A_1 и демодулятор A_3 выполнены на интегральных схемах типа К190КТ2, содержащих по четыре МОП-транзистора. Модулятор и демодулятор синхронно управляются мультивибратором V_1, V_2 с частотой 3 кГц. Усилитель переменного тока A_2 выполнен на интегральном операционном усилителе типа К140 УД1Б с разделительными емкостями C_2, C_3 и C_8 . Выходной усилитель постоянного тока A_4 выполнен также на микросхеме К140УД1Б.

В УПТ предусмотрено введение отрицательной обратной связи с целью установления необходимого коэффициента усиления $K_{о.с.}$, который при достаточно сильной обратной связи определяется уравнением

$$K_{о.с.} = \frac{R_{о.с.}}{R_{11}},$$

где $R_{о.с.}$ — внешний резистор обратной связи; R_{11} — внутренний резистор обратной связи, равный 0.3 Ом.

Граничная частота при наличии обратной связи приближенно определяется соотношением

$$f_{в.о.с.} = f_v \frac{K}{K_{о.с.}}$$

Входное сопротивление $R_{вх.о.с.}$ определяется соотношением

$$R_{вх.о.с.} = R_{вх} \frac{K}{K_{о.с.}}$$

Таким образом, например при $R_{о.с.} = 7.5$ кОм, $K_{о.с.} = 25 \cdot 10^3$, $f_{в.о.с.} = 240$ Гц, $R_{вх.о.с.} = 2.4$ МОм.

С включением обратной связи дрейф УПТ становится сильно зависимым от стабильности $K_{о.с.}$. Для того чтобы цепь обратной связи не вносила дополнительного дрейфа, необходимо выполнить резисторы R_{11} и $R_{о.с.}$ с одинаковым

Результаты исследований температурного дрейфа первых образцов УПТ

№ образца	Температура, °С		$\Delta T = T_2 - T_1$, °С	$\Delta U_{вых.}$, мкВ	Температурный дрейф $\delta = \frac{\Delta U_{вых}}{K_{о.с.} \Delta T}$, мкВ/°С
	начальная T_1	конечная T_2			
1	21.7	33.6	11.9	880	0.003
2	20.3	33.8	13.5	880	0.003
3	25.0	38.0	13.0	5280	0.019
4	25.4	34.5	9.1	880	0.004
5	21.8	36.7	14.9	704	0.002
6	22.8	37.0	14.2	2728	0.010
7	22.1	36.9	14.8	1760	0.005
8	21.8	36.5	14.7	880	0.003

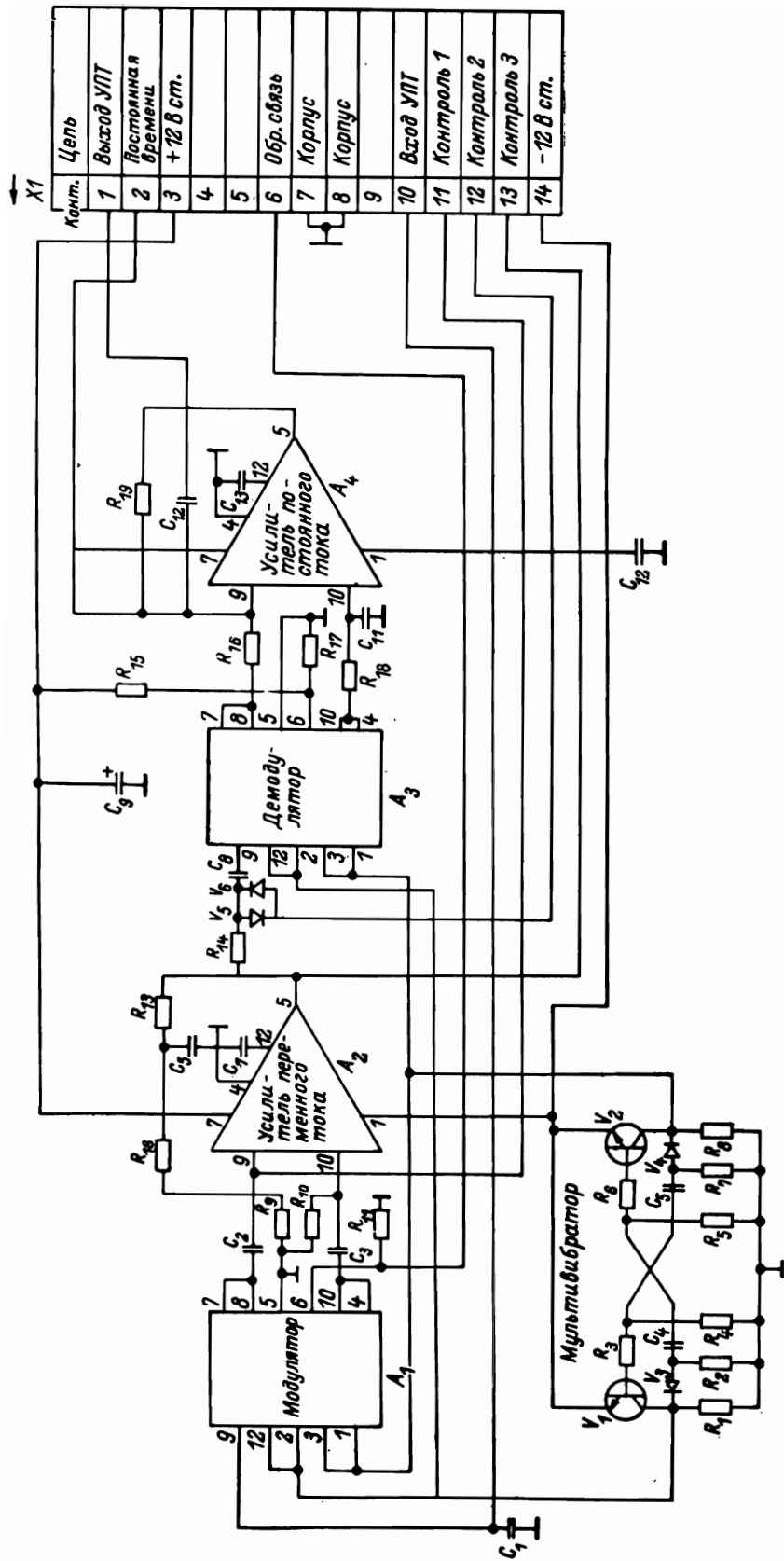


Рис. 1. Принципиальная схема УПТ МДМ.

ТКС. В данном усилителе оба резистора выполнены из одного материала — манганина. Результаты исследований температурного дрейфа первых восьми УПТ приведены в таблице. Исследования проводились на стенде в интервале температур $20 \div 40$ °С с коэффициентом усиления $K_{0,c} = 22 \cdot 10^3$. На вход усилителя была включена нагрузка 400 Ом, выполненная из манганинового провода. Временной дрейф в течение суток на фоне температурного дрейфа не был обнаружен.

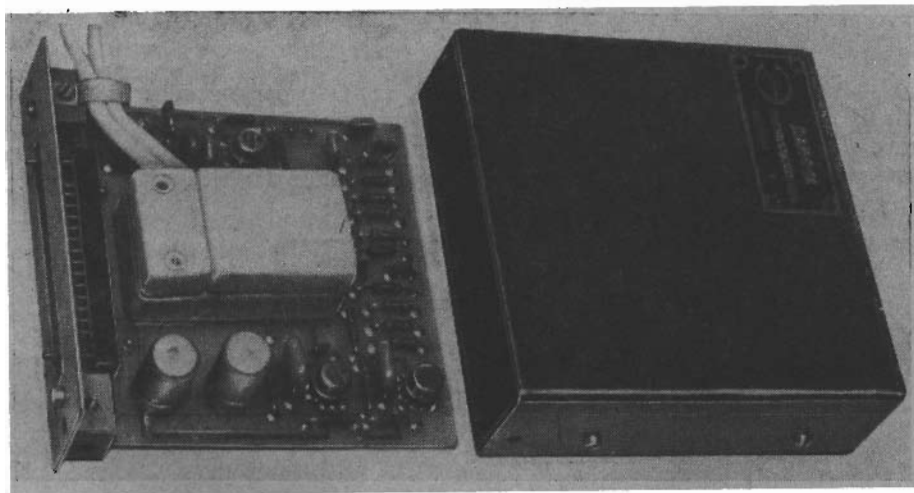


Рис. 2. Внешний вид УПТ МДМ.

УПТ конструктивно выполнен на печатной плате, помещенной в двойной металлический кожух (рис. 2). Модулятор УПТ размещен в пассивном термостате. Плохо выполненный термостат приводит к резкому повышению температурного дрейфа. Это можно видеть на примере УПТ № 3 в приведенной таблице.

Описанный усилитель постоянного тока выпускается серийно в составе прецизионного интегратора ИП-4 и дифференциального микрокалориметра ДАК-1-1А на Экспериментальном заводе научного приборостроения НТО АН СССР.

За справками следует обращаться по адресу: 142432, Московская область, пос. Черноголовка, Экспериментальный завод научного приборостроения НТО АН СССР.

ЛИТЕРАТУРА

1. Беленький Б. И., Минц М. Б. Высокочувствительные усилители постоянного тока с преобразователями. Л., 1970.
2. Калинин Б. А., Пичугин О. А. Модуляторы малых сигналов. Л., 1972.
3. Гальперин М. В., Злобин Ю. П., Павленко В. А. Усилители постоянного тока. М., 1978.