

ББК 32.85
О-60
УДК 621.375(03)

Материалы к изданию подготовили: А.А.Бахметьев, С.О.Колосов

Графическое оформление: И.В.Антоненков, А.И.Григорьев

Корректоры: М.В.Березянская, О.О.Гудымо

Редактор серии "Интегральные микросхемы" А.В.Перебаскин

Интегральные микросхемы: Операционные усилители. Обзор – М.: ДОДЭКА, 1994г., 48 с.

ISBN-5-87835-002-5.

Приводятся подробные сравнительные характеристики операционных усилителей, выпускаемых в СНГ, типы корпусов, торговые марки и адреса изготовителей, схемы измерения параметров, номера технических условий.

Для разработчиков РЭА, специалистов в области радиоэлектроники, широкого круга радиолюбителей, студентов и преподавателей радиотехнических вузов, а также работников служб снабжения.

Компьютерный набор. Подписано в печать с оригинал-макета 28.02.94.
Формат 84x108/16. Гарнитура "Прагматика". Печать офсетная. Усл.-печ. л. 5,04.
Тираж 15000 экз. Заказ 1234.

Издано Внедренческой фирмой "ДОДЭКА"
113162, Москва, ул.Мытная 46, стр.5, офис 76.
Отпечатано с готовых диапозитивов в типографии издательства "Пресса".
125865, Москва, ул. Правды 24.

М 2302030700-002 Без объявл.
ЗЮ0(03)-93

© Внедренческая фирма "ДОДЭКА" - 1994г.

ИЗМЕРЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ОПЕРАЦИОННЫХ УСИЛИТЕЛЕЙ

Многие позиции в **ТАБЛИЦЕ** не заполнены. Одна из причин этого - то, что заводы-изготовители не нормируют эти параметры. Вы можете помочь нам восполнить эти пробелы проводя измерения самостоятельно. При последующих публикациях мы обязательно укажем автора проведенных исследований, а наиболее выдающиеся работы будут отмечены отдельно.

Присылая к нам результаты своих работ просьба указать следующие данные:

1. Ф.И.О, адрес, телефон
2. Тип испытанных ОУ и их количество
3. Дату изготовления ОУ и дату испытаний
4. Название завода-изготовителя ОУ или схематично изображенный товарный знак (на корпусе микросхемы)
5. Подробное описание схем измерения. Перечень измерительных приборов

НАМ БУДЕТ ПРИЯТНО ВАШЕ СОТРУДНИЧЕСТВО

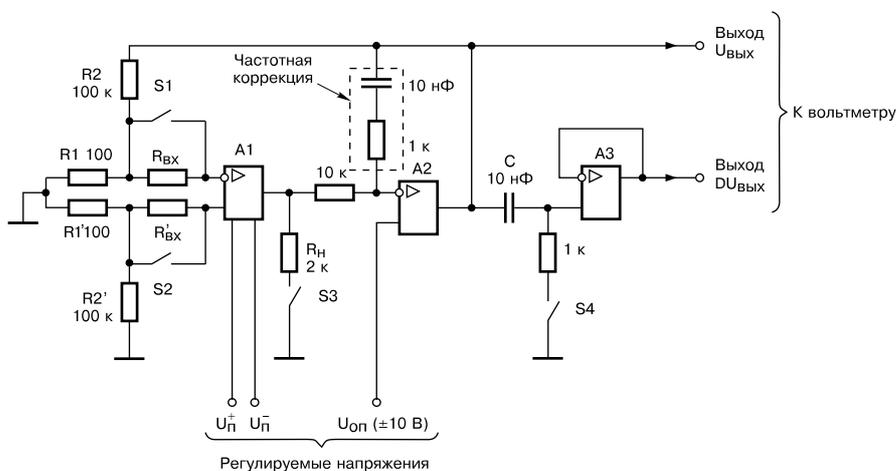
Приведенные ниже схемы измерения параметров ОУ построены на основе ГОСТов 23089-83 и 23089-86.

ИЗМЕРЕНИЕ СТАТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ

Схема для измерения напряжения смещения $U_{см}$, входных токов ($I_{вх1}$ и $I_{вх2}$), среднего входного тока ($I_{вх}$), разности входных токов ($\Delta I_{вх}$), коэффициента усиления ОУ не охваченного обратной связью ($K_{y,о}$), коэффициента ослабления синфаз-

ных входных напряжений ($K_{ос.сф}$), коэффициента влияния нестабильности источников питания ($K_{вл.ип}$) приведена на рис.9.

Рис. 9. Схема измерения статических параметров ОУ



A1 – испытуемый ОУ

A2 – вспомогательный ОУ (например 140УД7)

A3 – ОУ с входом на ПТ (усилитель приращений)

$U_{оп}$ – опорное напряжение

$R_{вх} = R'_{вх} = 10 \text{ кОм}$ для ОУ с входом на биполярных транзисторах и 100 МОм - с входом на полевых транзисторах (Разброс $R_{вх}$ относительно $R'_{вх}$ не должен превышать $\pm 0,01\%$)

C – замыкающий конденсатор

Питание A2 и A3 $\pm 15\text{В}$.

ИЗМЕРЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ОПЕРАЦИОННЫХ УСИЛИТЕЛЕЙ

ТАБЛИЦА ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ОПЕРАЦИЙ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ СТАТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ

Условия: $K = R2/R1 + 1 = 1000$

$R1 \parallel R2$ – имеет малое значение

“1” – ключ замкнут

Часть измерений проводится в два этапа

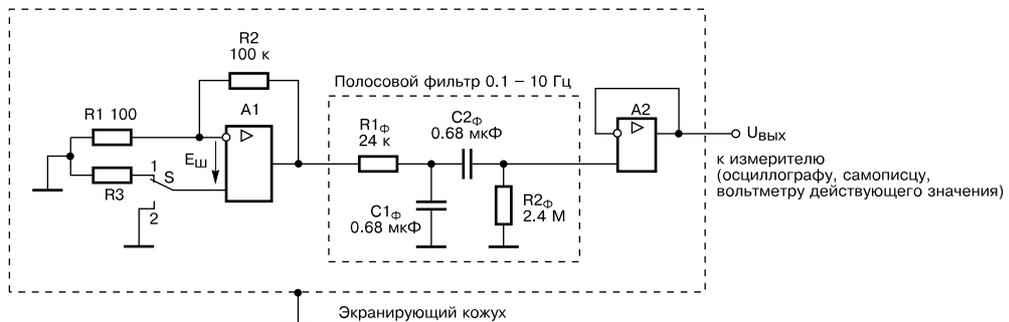
“0” – ключ разомкнут

ИЗМЕРЯЕМЫЙ ПАРАМЕТР	ЭТАП	S1	S2	S3	S4	$U_{п+}$ В	$U_{п-}$ В	$U_{оп}$ В	Соотношение для измеряемого параметра
$U_{см}$	1	1	1	0	1	15	15	0	$U_{см} = -U_{вых}/K$
$I_{вх1}$	1	1	1	0	1	15	15	0	$I_{вх1} = -\Delta U_{вых}/(KR_{вх})$
	2	1	0	0	0	15	15	0	
$I_{вх2}$	1	1	1	0	1	15	15	0	$I_{вх2} = \Delta U_{вых}/(KR_{вх})$
	2	0	1	0	0	15	15	0	
$I_{вх}$	1	1	0	0	1	15	15	0	$I_{вх} = \Delta U_{вых}/(2KR_{вх})$
	2	0	1	0	0	15	15	0	
$\Delta I_{вх}$	1	1	1	0	1	15	15	0	$\Delta I_{вх} = -\Delta U_{вых}/(KR_{вх})$
	2	0	0	0	0	15	15	0	
$K_{у,у}$	1	1	1	0	1	15	15	-10	$K_{у,у} = K(20 \text{ В}/\Delta U_{вых})$
	2	1	1	0	0	15	15	+10	
$K_{ос.сф}$	1	1	1	0	1	25	5	+10	$K_{ос.сф} = -K(20 \text{ В}/\Delta U_{вых})$
	2	1	1	0	0	5	25	-10	
$K_{вл.ип}$	1	1	1	0	1	5	5	0	$K_{вл.ип} = -\Delta U_{вых}/(K \cdot 17 \text{ В})$
	2	1	1	0	0	22	22	0	

ИЗМЕРЕНИЕ ШУМОВЫХ ПАРАМЕТРОВ

При положении переключателя S в положении “1” $U_{вых}$ обусловлено в основном шумом входного тока A1 и тепловым шумом R3, в положении 2 – э.д.с. шума A1 и тепловым шумом резистора R1.

Рис. 10. Упрощенная схема измерения низкочастотных шумов в полосе частот 0,1–10 Гц



A1 – испытуемый ОУ

A2 – вспомогательный ОУ с ПТ-входом

$U_{вых} = (R2/R1 + 1) E_{ш} \approx 1000 E_{ш}$ при $E_{ш} \gg I_{ш} (R1 \parallel R2)$

Требования:

1. Источники питания должны иметь пульсации, как минимум на порядок меньше, чем шум А1.
2. Схема должна быть экранирована от внешних наводок и случайных флуктуаций воздуха, которые могут вызывать появление термо - э.д.с., неотличимых от НЧ шумов.
3. Измеритель должен обеспечивать измерение действующего (среднеквадратического) значения напряжения с погрешностью, не более ±3%.
4. Рекомендуемое значение R3 составляет 100 кОм.
5. Резисторы R1-R3 не должны иметь токовых шумов (проводочные, металлофольговые резисторы), и их разброс относительно номинальных значений не должен превышать ±0,5%.
6. Конденсаторы C1_ф и C2_ф должны быть высококачественными, например, полистирольными.
7. Погрешность коэффициента передачи полосового фильтра должна быть не хуже ±2,5%.

Измерение шумовых параметров в диапазонах частот от 0,01 до 1 Гц; от 10 Гц до 10 кГц; от 20 Гц до 20 кГц достигается перестройкой полосового фильтра.

Замечание: ГОСТом оговорено, что затухание фильтра вне полосы пропускания с обеих сторон должно быть не менее 12 дБ/окт. (40 дБ/дек) при измерении шумов в высокочастотной области и 24 дБ/окт (80 дБ/дек) в полосе 0,01–1 Гц.

Для ориентировки: Для ОУ с БП- входом размах шума лежит в пределах от сотых долей до десятых долей мкВ, а для ОУ с ПТ- входом от единиц до десятков мкВ.

* Чисто практический совет - отношение действующего значения напряжения к размаху (двойная амплитуда) составляет приблизительно 1:5.

При измерении ВЧ шума рекомендуется подключаться к измерителю экранированным кабелем с заземленной оплеткой.

ИЗМЕРЕНИЕ ВХОДНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ (ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО)

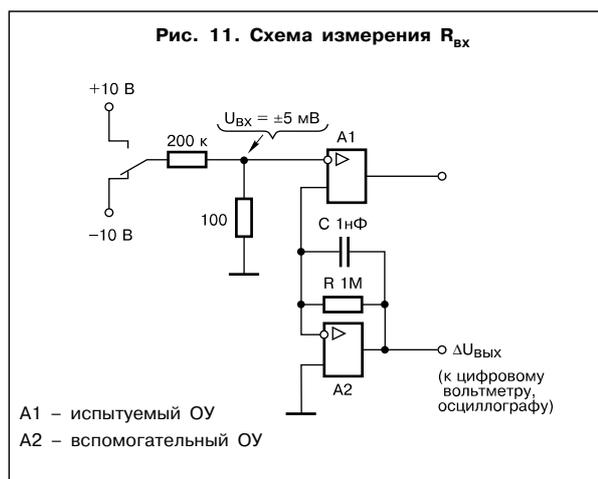
Схема измерения дифференциального входного сопротивления R_{вх} приведена на рис. 11.

Номинал резистора R равный 1 МОм рассчитан на ОУ с входом на биполярных транзисторах. Конденсатор С ограничивает полосу пропускания шумов.

Входное сопротивление рассчитывается по формуле :

$$R_{вх} = R(U_{вх}/\Delta U_{вых}), \text{ т.е. для данной схемы}$$

$$R_{вх} = 1 \text{ МОм}(10 \text{ мВ}/\Delta U_{вых}).$$



ИЗМЕРЕНИЕ ВЫХОДНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ

Схема измерения выходного сопротивления R_{вых} с погрешностью ±10% приведена на рис. 12. Здесь используется тот факт, что подключение нагрузки R_н вызывает уменьшение коэффициента усиления по постоянному току.

Чем меньше значение R_н, тем выше точность определения R_{вых}.

R_н рекомендуется выбирать исходя из паспортных данных на конкретный ОУ, или исходя из значения максимального тока нагрузки ОУ.

$$R_{ввых} \approx R_n \frac{U_{x1} - U_{x2}}{U_{x2}},$$

где U_{x1} – напряжение U_x при замкнутом ключе S (с нагрузкой);

U_{x2} – при разомкнутом ключе S (без нагрузки).

