



**ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ
СОЮЗА ССР**

МИКРОСХЕМЫ ИНТЕГРАЛЬНЫЕ

**МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ ЧАСТОТЫ СРЕЗА И ЧАСТОТЫ
ЕДИНИЧНОГО УСИЛЕНИЯ ОПЕРАЦИОННЫХ УСИЛИТЕЛЕЙ**

ГОСТ 23089.13—86

Издание официальное

**ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР ПО СТАНДАРТАМ
Москва**

МИКРОСХЕМЫ ИНТЕГРАЛЬНЫЕ**Методы измерения частоты среза и частоты единичного усиления операционных усилителей**

Integrated microcircuits. Measurement methods of the operational amplifiers cut-off frequency and unitary-gain frequency

**ГОСТ
23089.13-86**

ОКП 62 3100

Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 26 августа 1986 г. № 2485 срок действия установлен

с 01.01.88

до 01.01.93

Несоблюдение стандарта преследуется по закону

Настоящий стандарт распространяется на операционные усилители и устанавливает методы измерения частоты среза $f_{\text{срз}}$ и частоты единичного усиления f_1 :

метод 1 — измерение частоты среза с плавным изменением частоты входного сигнала;

метод 2 — измерение частоты единичного усиления на фиксированной частоте.

Расчет значения частоты среза по известным значениям коэффициента усиления на постоянном токе и частоты единичного усиления приведен в справочном приложении 1.

Стандарт соответствует Публикации МЭК 147-2J в части требований к методу измерения частоты среза операционных усилителей (ОУ).

Общие требования к измерению и требования безопасности — по ГОСТ 23089.0—78.

1. МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ ЧАСТОТЫ СРЕЗА С ПЛАВНЫМ ИЗМЕНЕНИЕМ ЧАСТОТЫ ВХОДНОГО СИГНАЛА**1.1. Принцип, условия и режим измерений**

1.1.1. Метод основан на нахождении на амплитудно-частотной характеристике проверяемого ОУ частоты, на которой коэффициент усиления ($K_{\text{г.с}}$) ОУ уменьшается на 3 дБ относительно значения на заданной частоте f_0 .

Издание официальное

Перепечатка воспрещена



© Издательство стандартов, 1986

1.1.2. Электрический режим и условия измерения должны соответствовать установленным в стандартах или технических условиях на ОУ конкретных типов.

1.2. Аппаратура

1.2.1. Измерения следует проводить на установке, электрическая структурная схема которой приведена на чертеже.

1.2.2. Сопротивление резистора $R_3 = R_4$ выбирают из условия

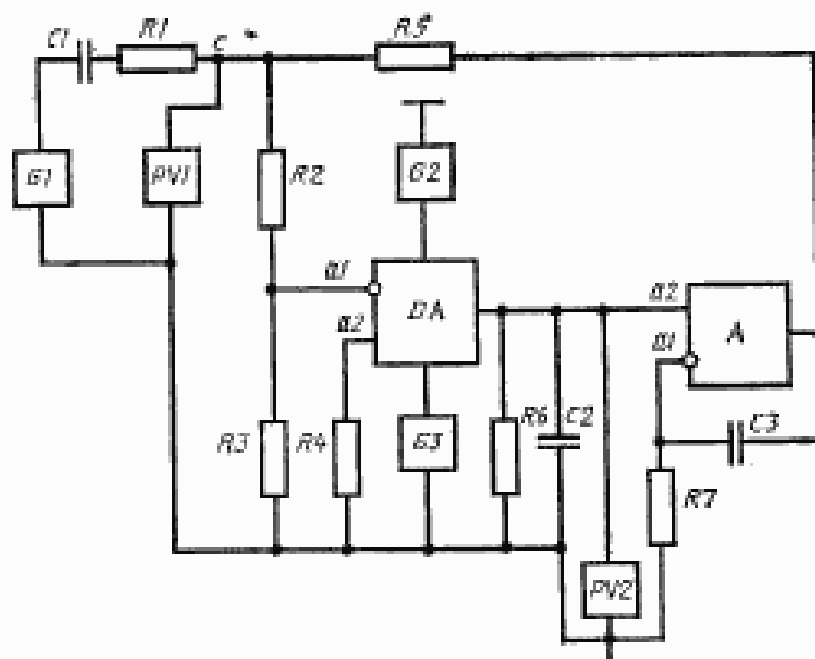
$$R_3 \leq 0,01 R_{вх}, \quad (1)$$

где $R_{вх}$ — типовое значение модуля входного сопротивления ОУ.

1.2.3. Сопротивление резисторов $R_1 = R_5$ и R_2 выбирают из следующих условий:

$$U_{см, макс} \cdot \frac{R_4 + R_3 + R_5}{R_3} \leq \frac{U'_{вых, макс}}{2}, \quad (2)$$

где $U_{см, макс}$ — абсолютное максимальное значение напряжения (э. д. с.) смещения нуля проверяемого ОУ; $U'_{вых, макс}$ — абсолютное максимальное значение выходного напряжения вспомогательного устройства балансировки (ВУБ);



ОУ — проверяемый ОУ; G_1 — источник переменного напряжения; G_2, G_3 — источники постоянного напряжения; A — вспомогательное устройство балансировки (ВУБ); PV_1, PV_2 — измерители переменного напряжения; R_1, R_5 — суммирующие резисторы; R_2, R_3 — резисторы входного делителя напряжения; R_4 — симметрирующий резистор; R_6 — резистор нагрузки проверяемого ОУ; R_7 — входной резистор ВУБ; C_1 — раздвигательный конденсатор; C_2 — конденсатор нагрузки проверяемого ОУ; C_3 — конденсатор цепи обратной связи ВУБ; a_1 — инвертирующий вход; a_2 — неинвертирующий вход; ϵ — суммирующая точка.

$$R_1 + \frac{1}{\frac{1}{R_{PV1}} + \frac{1}{R_2 + R_3} + \frac{1}{R_4}} \geq R_{01}, \quad (3)$$

где R_{PV1} — входное сопротивление измерителя PV1; R_{01} — минимальное допустимое сопротивление нагрузки источника переменного напряжения;

$$R_5 + \frac{1}{\frac{1}{R_{PV1}} + \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2 + R_3}} \geq 2 R_{01}, \quad (4)$$

где R_{01} — минимальное допустимое сопротивление нагрузки ВУБ.

1.2.4. Сопротивление резистора R_6 выбирают из условия

$$\frac{1}{R_6} + \frac{1}{R_{PV2}} + \frac{1}{R_A} = \frac{1}{R_{01}}, \quad (5)$$

где R_{PV2} — входное сопротивление измерителя; R_A — модуль входного сопротивления ВУБ; R_{01} — сопротивление нагрузки, установленное в стандартах или технических условиях на ОУ конкретных типов.

1.2.5. Сопротивление резистора R_7 выбирают из условия

$$R_7 \geq 2 R_{01}. \quad (6)$$

1.2.6. Допустимые отклонения сопротивления резисторов R_1 — R_7 должны быть в пределах $\pm 0,5\%$.

1.2.7. Источник переменного напряжения $G1$ должен обеспечивать установление и поддержание на время измерения переменного напряжения синусоидальной формы U_1 , установленного в стандартах или технических условиях на ОУ конкретных типов, с погрешностью в пределах $\pm 3\%$ в диапазоне частот от f_0 до f_{Σ} .

Частоту f_0 указывают в стандартах или технических условиях на ОУ конкретных типов, а частоту f_{Σ} выбирают из условия

$$f_{\Sigma} \geq 1,1 f_{срз. макс}, \quad (7)$$

где f_{Σ} — верхний предел измерения частоты среза ОУ на установке; $f_{срз. макс}$ — максимальное значение частоты среза проверяемого ОУ.

Нестабильность по напряжению источника переменного напряжения $G1$ за время измерения не должна превышать $\pm 2\%$.

Погрешность установления и поддержания частоты переменного напряжения источника $G1$ должна находиться в пределах $\pm 2\%$.

1.2.8. Источники постоянного напряжения $G2$ и $G3$ должны обеспечивать установление и поддержание напряжения питания,

установленного в стандартах или технических условиях на ОУ конкретных типов, с погрешностью в пределах $\pm 1\%$.

1.2.9. Емкость конденсатора C_1 выбирают из условия

$$\frac{1}{2\pi f_0 C_1} \leq 0,05 R_1. \quad (8)$$

Допустимое отклонение емкости конденсатора C_1 должно находиться в пределах $\pm 5\%$.

1.2.10. Емкость конденсатора C_2 выбирают из условия

$$C_2 = C_H - C_{\Pi} - C_{PV2} - C_A, \quad (9)$$

где C_H — емкость нагрузки, установленная в стандартах или технических условиях на ОУ конкретных типов; C_{Π} — паразитная емкость выходной цепи проверяемого ОУ; C_{PV2} — входная емкость измерителя PV2; C_A — входная емкость ВУБ.

Допустимое отклонение емкости конденсатора C_2 должно находиться в пределах $\pm 2\%$.

1.2.11. Емкость конденсатора C_3 выбирают из условия

$$\frac{1}{2\pi f_0 C_3} \leq 0,05 R_7. \quad (10)$$

Допустимое отклонение емкости конденсатора C_3 должно находиться в пределах $\pm 5\%$.

1.2.12. Измеритель переменного напряжения PV1 должен обеспечивать измерение напряжения в суммирующей точке с с погрешностью в пределах $\pm 4\%$ в диапазоне частот от f_0 до $f_{\text{в}}$.

1.2.13. Измеритель переменного напряжения PV2 должен обеспечивать измерение напряжения $U_{\text{вых}}$ на выходе проверяемого ОУ с погрешностью в пределах $\pm 4\%$ в диапазоне частот от f_0 до $f_{\text{в}}$.

1.2.14. Коэффициент усиления вспомогательного устройства балансировки (ВУБ) на частоте f_0 должен удовлетворять условию

$$K'_{y,0} \geq 10, \quad (11)$$

где $K'_{y,0}$ — коэффициент усиления ВУБ на частоте f_0 .

ВУБ, резистор $R7$ и конденсатор $C3$ исключают из схемы измерительной установки, если выполняется условие

$$U_{\text{см, макс}} \cdot \frac{R_2 + R_3 + R_5}{R_3} \leq 0,1 \cdot U_{\text{вых, макс}}, \quad (12)$$

где $U_{\text{вых, макс}}$ — абсолютное максимальное значение выходного напряжения ОУ.

При этом выход проверяемого ОУ подсоединяют к правому по схеме выводу резистора R_5 . В этом случае значение сопротивления резистора R_5 вместо условия (5) выбирают из условия

$$\frac{1}{R_5} + \frac{1}{R_{PV2}} + \frac{1}{R_5 + \frac{1}{\frac{1}{R_{PV1}} + \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2 + R_3}}} = \frac{1}{R_n}, \quad (13)$$

1.3. Подготовка и проведение измерений

1.3.1. Подключают ОУ к измерительной установке.

1.3.2. На ОУ подают напряжение питания от источников $G2$ и $G3$.

1.3.3. От источника $G1$ подают переменное напряжение U_1 с частотой f_0 .

1.3.4. Измеряют напряжение $U_{с.0}$ в суммирующей точке с измерителем $PV1$ и напряжение $U_{вых.0}$ на выходе ОУ измерителем $PV2$.

1.3.5. Увеличивают частоту переменного напряжения источника $G1$ до такого значения частоты f , на которой выполняется условие

$$\frac{U_{вых.f}}{U_{с.f}} = 0,707 \frac{U_{вых.0}}{U_{с.0}}. \quad (14)$$

Регистрируют частоту переменного напряжения, равную частоте среза $f_{срз}$ проверяемого ОУ.

1.4. Показатели точности измерений

1.4.1. Показатели точности измерения частоты среза должны соответствовать установленным в стандартах или технических условиях на ОУ конкретных типов с доверительной вероятностью 0,95.

Границы интервала, в котором находится погрешность измерения, определяют по формулам приложения 2.

2. МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ ЧАСТОТЫ ЕДИНИЧНОГО УСИЛЕНИЯ НА ФИКСИРОВАННОЙ ЧАСТОТЕ

2.1. Принцип, условия и режим измерений

2.1.1. Метод основан на измерении коэффициента усиления проверяемого ОУ на фиксированной частоте f_0 и дальнейшем вычислении частоты единичного усиления.

2.1.2. Значение частоты f_0 должно находиться в пределах линейного участка спада амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) проверяемого ОУ и должно выбираться из ряда 10^n кГц, где $n=0, 1, 2, 3 \dots$

2.1.3. Электрический режим и условия измерения должны соответствовать установленным в стандартах или технических условиях на ОУ, конкретных типов.

2.1.4. Метод необходимо применять для ОУ, имеющих спад АЧХ в области высоких частот, равный 20 дБ/дек.

2.1.5. Для ОУ, у которых спад амплитудно-частотной характеристики в области высоких частот отличен от 20 дБ/дек, рекомендуется применять метод измерения частоты единичного усиления с плавным изменением частоты входного сигнала по рекомендуемому приложению 3.

2.2. Аппаратура

2.2.1. Измерения следует проводить на установке, электрическая структурная схема которой приведена на чертеже.

2.2.2. Сопротивления резисторов $R1—R7$ должны удовлетворять требованиям пп. 1.2.2—1.2.6.

2.2.3. Источник переменного напряжения $G1$ должен обеспечивать установление и поддержание на время измерения переменного напряжения синусоидальной формы U_1 , установленного в стандартах или технических условиях на ОУ конкретных типов, с погрешностью в пределах $\pm 3\%$.

Частоту переменного напряжения f_0 выбирают по п. 2.1.2.

Нестабильность по напряжению источника переменного напряжения $G1$ за время измерения не должна превышать $\pm 2\%$.

Погрешность установления и поддержания частоты переменного напряжения источника $G1$ должна находиться в пределах $\pm 2\%$.

2.2.4. Источники постоянного напряжения $G2$ и $G3$ должны удовлетворять требованиям п. 1.2.8.

2.2.5. Емкости конденсаторов $C1—C3$ должны удовлетворять требованиям пп. 1.2.9—1.2.11.

2.2.6. Измеритель переменного напряжения $PV1$ должен обеспечивать измерение напряжения U_c в суммирующей точке c с погрешностью в пределах $\pm 2\%$ на частоте f_0 .

2.2.7. Измеритель переменного напряжения $PV2$ должен обеспечивать измерение напряжения $U_{вых}$ на выходе проверяемого ОУ с погрешностью в пределах $\pm 2\%$ на частоте f_0 .

2.3. Подготовка и проведение измерений

2.3.1. Подключают ОУ к измерительной установке.

2.3.2. На ОУ подают напряжение питания от источника $G2$ и $G3$.

2.3.3. От источника $G1$ подают переменное напряжение с частотой f_0 .

2.3.4. Измеряют напряжение U_c в суммирующей точке c измерителем $PV1$.

2.3.5. Измеряют напряжение $U_{вых}$ на выходе проверяемого ОУ измерителем $PV2$.

2.4. Обработка результатов измерений

2.4.1. Частоту единичного усиления ОУ f_1 определяют по формуле

$$f_1 = \frac{R_1 + R_2}{R_3} \cdot \frac{U_{\text{вых}}}{U_c} \cdot f_0. \quad (15)$$

2.5. Показатели точности измерений

2.5.1. Показатели точности измерения частоты единичного усиления проверяемого ОУ должны соответствовать установленным в стандартах или технических условиях на ОУ конкретных типов с доверительной вероятностью 0,95.

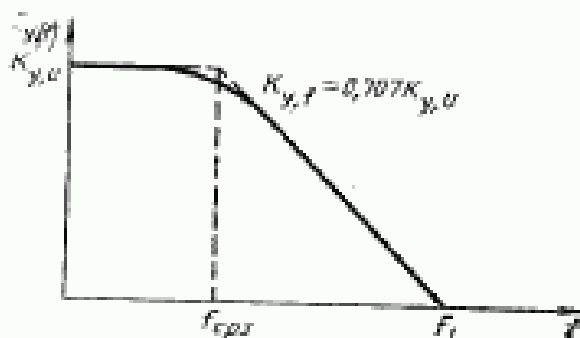
Границы интервала, в котором находится погрешность измерения, определяют по формулам рекомендуемого приложения 2.

**РАСЧЕТ ЗНАЧЕНИЯ ЧАСТОТЫ СРЕЗА И ЧАСТОТЫ ЕДИНИЧНОГО
УСИЛЕНИЯ ОУ ПО ИЗВЕСТНОМУ ЗНАЧЕНИЮ КОЭФФИЦИЕНТА
УСИЛЕНИЯ НА ПОСТОЯННОМ ТОКЕ**

Для ОУ, имеющих однополюсную АЧХ со спадом 20 дБ/дек, частота среза может быть определена по известному значению коэффициента усиления на постоянном токе $K_{y,0}$ и частоты единичного усиления f_1 по формуле

$$f_{\text{срз}} = \frac{f_1}{K_{y,0}}$$

Коэффициент усиления на постоянном токе $K_{y,0}$ может быть определен по ГОСТ 23089.1—83, а частота единичного усиления f_1 — по методу 2 или рекомендуемому приложению 3 настоящего стандарта



ПРИЛОЖЕНИЕ 2
Рекомендуемое

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТОЧНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ ЧАСТОТЫ
ЕДИНИЧНОГО УСИЛЕНИЯ И ЧАСТОТЫ СРЕЗА

1. Составляющие погрешности измерения

1.1. Погрешность δ_1 , вызванную погрешностью установления и поддержания частоты переменного напряжения источника GI , определяют по формуле

$$\delta_1 = \delta f_{GI}, \quad (1)$$

где δf_{GI} — относительная погрешность установления и поддержания частоты переменного напряжения источника GI .

1.2. Погрешность δ_2 , вызванную неточностью установления и поддержания напряжения питания ОУ, для методов 2 и метода приложения 3 определяют по формуле

$$\delta_2 = \frac{\Delta f_{1,1}}{f_{1,\min}}, \quad (2)$$

где $\Delta f_{1,1}$ — значение изменения частоты единичного усиления, вызванное неточностью установления и поддержания напряжения питания ОУ; $f_{1,\min}$ — минимальное значение частоты единичного усиления проверяемого ОУ.

1.3. Погрешность δ_3 , вызванную неточностью установления и поддержания напряжения питания, для метода 1 определяют по формуле

$$\delta_3 = \frac{\Delta f_{\text{срз}, 1}}{f_{\text{срз}, \min}}, \quad (3)$$

где $\Delta f_{\text{срз}, 1}$ — значение изменения частоты среза, вызванное неточностью установления и поддержания напряжения питания ОУ; $f_{\text{срз}, \min}$ — минимальное значение частоты среза проверяемого ОУ.

1.4. Погрешность δ_4 , вызванную конечным значением коэффициента усиления $K_{y, v, oc}$ схемы включения ОУ, для методов 2 и метода приложения 3 определяют по формуле

$$\delta_4 = \frac{\Delta f_{1,2}}{f_{1,\min}}, \quad (4)$$

где $\Delta f_{1,2}$ — значение изменения частоты единичного усиления, вызванное конечным значением коэффициента усиления $K_{y, v, oc}$ схемы включения ОУ.

1.5. Погрешность δ_5 , вызванную конечным значением коэффициента усиления $K_{y, v, oc}$ схемы включения ОУ, для метода 1 определяют по формуле

$$\delta_5 = \frac{\Delta f_{\text{срз}, 2}}{f_{\text{срз}, \min}}, \quad (5)$$

где $\Delta f_{\text{срз}, 2}$ — значение изменения частоты среза, вызванное конечным значением коэффициента усиления $K_{y, v, oc}$ схемы включения ОУ.

1.6. Погрешность δ_6 , вызванную отклонением сопротивления нагрузки R_n проверяемого ОУ, для метода 2 определяют по формуле

$$\delta_6 = \frac{\Delta f_{1,3}}{f_{1, \text{min}}}, \quad (6)$$

где $\Delta f_{1,3}$ — значение изменения частоты единичного усиления, вызванного отклонением сопротивления нагрузки проверяемого ОУ.

1.7. Погрешность δ_7 , вызванную отклонением сопротивления нагрузки R_n проверяемого ОУ, для метода 1 определяют по формуле

$$\delta_7 = \frac{\Delta f_{\text{срз}, 3}}{f_{\text{срз}, \text{min}}}, \quad (7)$$

где $\Delta f_{\text{срз}, 3}$ — значение изменения частоты среза, вызванное отклонением сопротивления нагрузки проверяемого ОУ.

1.8. Погрешность δ_8 , вызванную отклонением емкости нагрузки C_n проверяемого ОУ, для метода 2 и метода приложения 3 определяют по формуле

$$\delta_8 = \frac{\Delta f_{1,4}}{\Delta f_{1, \text{min}}}, \quad (8)$$

где $\Delta f_{1,4}$ — значение изменения частоты единичного усиления, вызванное отклонением емкости нагрузки проверяемого ОУ.

1.9. Погрешность δ_9 , вызванную отклонением емкости нагрузки C_n проверяемого ОУ, для метода 1 определяют по формуле

$$\delta_9 = \frac{\Delta f_{\text{срз}, 4}}{f_{\text{срз}, \text{min}}}, \quad (9)$$

где $\Delta f_{\text{срз}, 4}$ — значение изменения частоты среза, вызванное отклонением емкости нагрузки проверяемого ОУ.

1.10. Погрешность δ_{10} , вызванную шумовыми параметрами проверяемого ОУ, определяют экспериментально статистической обработкой результатов измерений конкретных типов ОУ.

1.11. Погрешность δ_{11} , вызванную погрешностью измерителя $PV1$, определяют по формуле

$$\delta_{11} = \delta_{PV1}, \quad (10)$$

где δ_{PV1} — относительная погрешность измерителя переменного напряжения $PV1$.

1.12. Погрешность δ_{12} , вызванную погрешностью измерителя $PV2$, определяют по формуле

$$\delta_{12} = \delta_{PV2}, \quad (11)$$

где δ_{PV2} — относительная погрешность измерителя переменного напряжения $PV2$.

2. Погрешность измерения

2.1. Интервал, в котором с установленной вероятностью находится погрешность измерения частоты единичного усиления ОУ по методу 2 и методу приложения 3, определяют по формуле

$$\delta_{\Sigma} = \pm K_{\Sigma} \sqrt{\left(\frac{\delta_1}{K_1}\right)^2 + \left(\frac{\delta_2}{K_1}\right)^2 + \left(\frac{\delta_3}{K_2}\right)^2 + \left(\frac{\delta_4}{K_2}\right)^2 + \left(\frac{\delta_5}{K_2}\right)^2 + \left(\frac{\delta_{10}}{K_2}\right)^2 + \left(\frac{\delta_{11}}{K_1}\right)^2 + \left(\frac{\delta_{12}}{K_1}\right)^2}, \quad (12)$$

где K_{Σ} — коэффициент, зависящий от закона распределения погрешности измерения и установленной вероятности P_{Σ} . $K_{\Sigma} = 1,96$ для нормального закона распределения и $P_{\Sigma} = 0,95$; K_1, K_2 — коэффициенты, зависящие от законов распределений частных погрешностей. Для частной погрешности с нормальным законом распределения $K_1 = 1,96$. Для частной погрешности с равномерным законом распределения $K_2 = 1,65$.

2.2. Интервал, в котором с установленной вероятностью находится погрешность измерения частоты среза ОУ по методу 1, определяют по формуле

$$\delta_{\Sigma 1} = \pm K_{\Sigma} \sqrt{\left(\frac{\delta_1}{K_1}\right)^2 + \left(\frac{\delta_2}{K_1}\right)^2 + \left(\frac{\delta_3}{K_2}\right)^2 + \left(\frac{\delta_7}{K_2}\right)^2 + \left(\frac{\delta_8}{K_2}\right)^2 + \left(\frac{\delta_{10}}{K_2}\right)^2 + \left(\frac{\delta_{11}}{K_1}\right)^2 + \left(\frac{\delta_{12}}{K_1}\right)^2}. \quad (13)$$

ИЗМЕРЕНИЕ ЧАСТОТЫ ЕДИНИЧНОГО УСИЛЕНИЯ С ПЛАВНЫМ
ИЗМЕРЕНИЕМ ЧАСТОТЫ ВХОДНОГО СИГНАЛА

1. Принцип, условия и режим измерений

1.1. Метод основан на определении частоты, на которой коэффициент усиления ($K_{y, \nu}$) ОУ равен единице.

1.2. Электрический режим и условия измерения должны соответствовать установленным в стандартах или технических условиях на ОУ конкретных типов.

2. Аппаратура

2.1. Измерения производят на установке, электрическая структурная схема которой приведена на чертеже.

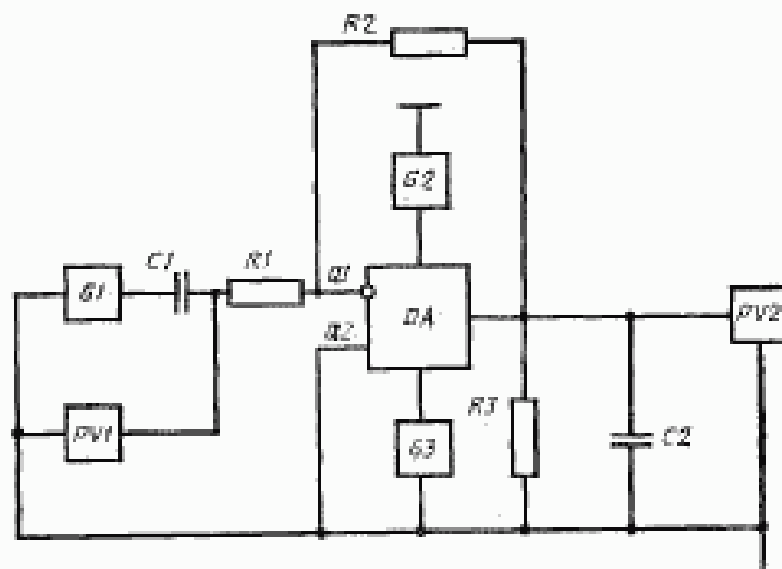
2.2. Источник переменного напряжения $G1$ должен обеспечивать установление и поддержание на время изменения переменного напряжения синусоидальной формы U_1 , установленного в стандартах или технических условиях на ОУ конкретных типов, с погрешностью в пределах $\pm 4\%$.

Частота переменного напряжения источника $G1$ должна находиться в диапазоне

$$\text{от } f_{\text{н}} \leq 0,9 f_{1, \text{min}} \quad (1)$$

$$\text{до } f_{\text{в}} \geq 1,1 f_{1, \text{max}} \quad (2)$$

где $f_{\text{н}}$ — нижний предел измерения частоты единичного усиления на установке; $f_{\text{в}}$ — верхний предел измерения частоты единичного усиления на установке; $f_{1, \text{min}}$ — минимальная частота единичного усиления проверяемого ОУ; $f_{1, \text{max}}$ — максимальная частота единичного усиления проверяемого ОУ.



OA—проверяемый ОУ; $G1$ —источник переменного напряжения; $G2$, $G1$ —источники постоянного напряжения; PV1, PV2—вольтметры переменного напряжения; $R1$, $R2$ —резисторы делителя напряжения; $R3$ —резистор нагрузки проверяемого ОУ; $C1$ —разделительный конденсатор; $C2$ —конденсатор нагрузки проверяемого ОУ; a1—инвертирующий вход; a2—неинвертирующий вход.

Нестабильность по напряжению источника переменного напряжения $G1$ за время измерения не должна превышать $\pm 2\%$.

Погрешность установления и поддержания частоты переменного напряжения источника $G1$ должна находиться в пределах $\pm 2\%$.

2.3. Источники постоянного напряжения $G2$ и $G3$ должны удовлетворять требованиям п. 1.2.8 настоящего стандарта.

2.4. Сопротивление резистора R_1 выбирают из условия

$$\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_{PV1}} \leq \frac{1}{R_{G1}}, \quad (3)$$

где R_{PV1} — входное сопротивление измерителя $PV1$; R_{G1} — минимальное допустимое сопротивление нагрузки источника переменного напряжения $G1$.

Допустимое отклонение сопротивления резистора R_1 должно быть в пределах $\pm 0,5\%$.

2.5. Сопротивления резисторов R_1 и R_2 выбирают из условий:

$$U_{см, \max} \cdot \frac{R_1 + R_2}{R_1} \leq \frac{U_{вх, \max}}{2}, \quad (4)$$

$$\frac{1}{R_1 + R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{2}{R_{PV2}} \leq \frac{1}{R_n}, \quad (5)$$

где $U_{см, \max}$ — максимальное абсолютное значение напряжения (ЭДС) смещения нуля OY ; $U_{вх, \max}$ — максимальное абсолютное значение выходного напряжения OY ; R_{PV2} — входное сопротивление измерителя $PV2$; R_n — сопротивление нагрузки, установленное в стандартах или технических условиях на OY конкретных типов.

Допустимое отклонение сопротивления резисторов R_2 и R_3 должно быть в пределах $\pm 0,5\%$.

2.6. Емкость конденсатора C_1 выбирают из условия

$$\frac{1}{2\pi f_n C_1} \leq 0,01 \cdot R_1. \quad (6)$$

Допустимое отклонение емкости конденсатора C_1 должно быть в пределах $\pm 5\%$.

2.7. Емкость конденсатора C_2 выбирают из условия

$$C_2 = C_n - C_n - C_{PV2}, \quad (7)$$

где C_n — емкость нагрузки, установленная в стандартах или технических условиях на OY конкретных типов; C_n — паразитная емкость монтажа выходной цепи проверяемого OY ; C_{PV2} — входная емкость измерителя $PV2$.

Допустимое отклонение емкости конденсатора C_2 должно быть в пределах $\pm 2\%$.

2.8. Измеритель переменного напряжения $PV1$ должен обеспечивать измерение напряжения U_1 на выходе источника $G1$ с погрешностью в пределах $\pm 4\%$ в диапазоне частот от f_n до f_v .

2.9. Измеритель переменного напряжения $PV2$ должен обеспечивать измерение напряжения U_2 на выходе проверяемого OY с погрешностью в пределах $\pm 4\%$ в диапазоне частот от f_n до f_v .

3. Подготовка и проведение измерений

3.1. Подключают OY к измерительной установке.

3.2. На ОУ подают напряжение питания от источников $G2$ и $G3$.

3.3. От источника $G1$ подвоят переменное напряжение U_1 с частотой, равной $f_{\text{н}}$.

Напряжение U_1 на выходе источника $G1$ контролируют измерителем $PV1$, а напряжение U_2 — измерителем $PV2$.

3.4. Плавно увеличивают частоту переменного напряжения источника $G1$ до выполнения условия

$$U_1 = U_2.$$

Регистрируют частоту входного переменного напряжения, равную частоте единичного усиления f_1 проверяемого ОУ.

4. Показатели точности измерений

4.1. Показатели точности измерения частоты единичного усиления проверяемого ОУ должны соответствовать установленным в стандартах или технических условиях на ОУ конкретных типов с доверительной вероятностью 0,95.

Границы интервала, в котором находится погрешность измерения, определяют по формулам рекомендуемого приложения 2.

Редактор *В. П. Огурцов*
Технический редактор *М. И. Максимова*
Корректор *В. С. Черная*

Сдано в наб. 27.09.86 Пошл. в печ. 25.11.86 1,0 усл. в. л. 1,0 усл. кр.-отт. 0,81 уч.-изд. л.
Тир. 30 000 Цена 5 коп.

Ордена «Знак Почета» Издательство стандартов, 123840, Москва, ГСП, Новопресненский пер., 3
Тип. «Московский печатник», Москва, Лялин пер., 6. Зак. 2838