



**ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ
СОЮЗА ССР**

МИКРОСХЕМЫ ИНТЕГРАЛЬНЫЕ

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

ГОСТ 23089.13—86

Издание официальное

Цена 5 коп.

**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_y, ν) 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

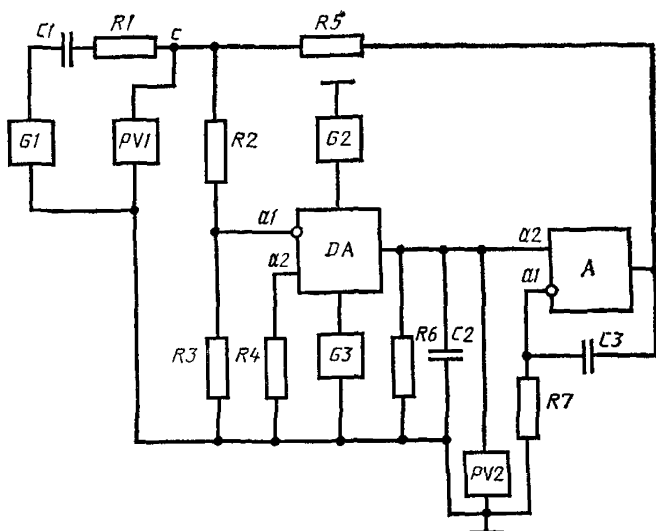
$$R_3 \leq 0,01 R_{вх}, \quad (1)$$

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:

$$U_{см, \max} \cdot \frac{R_2 + R_3 + R_5}{R_3} \leq \frac{U'_{\text{вых, max}}}{2}, \quad (2)$$

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



DA—проверяемый ОУ, G1—источник переменного напряжения, G2, G3—источники постоянного напряжения, А—вспомогательное устройство балансировки (ВУБ), PV1, PV2—измерители переменного напряжения, R1, R5—суммирующие резисторы, R2, R3—резисторы входного делителя напряжения, R4—симметрирующий резистор, R6—резистор нагрузки проверяемого ОУ, R7—входной резистор ВУБ, C1—разделительный конденсатор, C2—конденсатор нагрузки проверяемого ОУ, C3—конденсатор цепи обратной связи ВУБ, a1—инвертирующий вход, a2—неинвертирующий вход, с—суммирующая точка.

$$R_1 + \frac{1}{\frac{1}{R_{PV1}} + \frac{1}{R_2 + R_3} + \frac{1}{R_5}} \geq R_{GI}, \quad (3)$$

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

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

где R_H — минимальное допустимое сопротивление нагрузки ВУБ.

1.2.4. Сопротивление резистора R_6 выбирают из условия

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

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

1.2.5. Сопротивление резистора R_7 выбирают из условия

$$R_7 \geq 2 R_H. \quad (6)$$

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

1.2.7. Источник переменного напряжения GI 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_B .

Частоту f_0 указывают в стандартах или технических условиях на ОУ конкретных типов, а частоту f_B выбирают из условия

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

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

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

Погрешность установления и поддержания частоты переменного напряжения источника GI 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_B .

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_B .

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 R_7 и конденсатор C_3 исключают из схемы измерительной установки, если выполняется условие

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

где $U_{\text{вых, max}}$ — 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_6 вместо условия (5) выбирают из условия

$$\frac{1}{R_6} + \frac{1}{R_{PV2}} + \frac{1}{R_5 + \frac{1}{\frac{1}{R_{PV1}} + \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2 + R_3}}} = \frac{1}{R_H}. \quad (13)$$

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 $U_{c,0}$ в суммирующей точке c измерителем $PV1$ и напряжение $U_{\text{вых},0}$ на выходе ОУ измерителем $PV2$.

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

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

Регистрируют частоту переменного напряжения, равную частоте среза $f_{\text{срз}}$ 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. Сопrotivления 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 $U_{\text{вых}}$ 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 $U_{\text{вых}}$ на выходе проверяемого ОУ измерителем $PV2$.

2.4. Обработка результатов измерений

2.4.1. Частоту единичного усиления ОУ f_1 определяют по формуле

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

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.

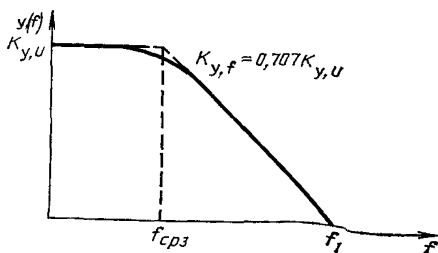
Границы интервала, в котором находится погрешность измерения, определяют по формулам рекомендуемого приложения 2.

**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 $K_{y, u}$ и частоты единичного усиления f_1 по формуле

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

Коэффициент усиления на постоянном токе $K_{y, u}$ 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 $G1$, определяют по формуле

$$\delta_1 = \delta f_{G1}, \quad (1)$$

где δf_{G1} — относительная погрешность установления и поддержания частоты переменного напряжения источника $G1$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$\delta_{\Sigma} = \pm K_{\Sigma} \sqrt{\left(\frac{\delta_1}{K_1}\right)^2 + \left(\frac{\delta_2}{K_1}\right)^2 + \left(\frac{\delta_4}{K_2}\right)^2 + \left(\frac{\delta_6}{K_2}\right)^2 + \left(\frac{\delta_8}{K_2}\right)^2 + \left(\frac{\delta_{10}}{K_2}\right)^2 + \left(\frac{\delta_{11}}{K_1}\right)^2 + \left(\frac{\delta_{12}}{K_1}\right)^2}, \quad (12)$$

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

$$\delta_{\Sigma_1} = \pm K_{\Sigma} \sqrt{\left(\frac{\delta_1}{K_1}\right)^2 + \left(\frac{\delta_3}{K_1}\right)^2 + \left(\frac{\delta_5}{K_2}\right)^2 + \left(\frac{\delta_7}{K_2}\right)^2 + \left(\frac{\delta_9}{K_2}\right)^2 + \left(\frac{\delta_{10}}{K_2}\right)^2 + \left(\frac{\delta_{11}}{K_1}\right)^2 + \left(\frac{\delta_{12}}{K_1}\right)^2}. \quad (13)$$

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, v) 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.

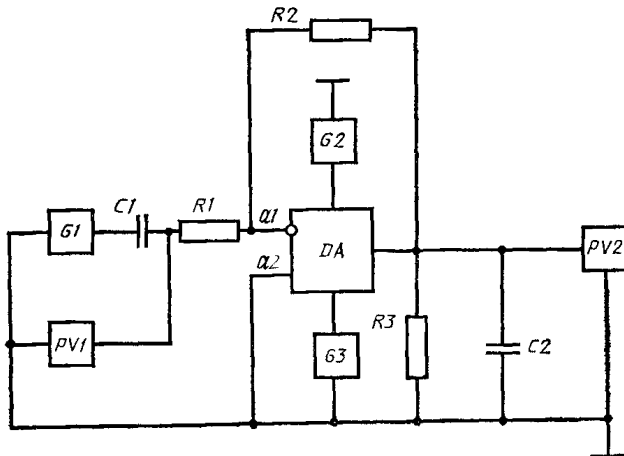
2.2. Источник переменного напряжения $G1$ должен обеспечивать установление и поддержание на время изменения переменного напряжения синусоидальной формы U_1 , установленного в стандартах или технических условиях на ОУ конкретных типов, с погрешностью в пределах $\pm 4\%$.

Частота переменного напряжения источника $G1$ должна находиться в диапазоне

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

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

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



DA—проверяемый ОУ; $G1$ —источник переменного напряжения; $G2$, $G1$ —источники постоянного напряжения; $PV1$, $PV2$ —измерители 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:

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

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

где $U_{\text{см, max}}$ — максимальное абсолютное значение напряжения (ЭДС) смещения нуля ОУ; $U_{\text{вых, max}}$ — максимальное абсолютное значение выходного напряжения ОУ; R_{PV2} — входное сопротивление измерителя $PV2$; R_n — сопротивление нагрузки, установленное в стандартах или технических условиях на ОУ 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 ОУ конкретных типов; C_n — паразитная емкость монтажа выходной цепи проверяемого ОУ; 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 ОУ с погрешностью в пределах $\pm 4\%$ в диапазоне частот от f_n до f_v .

3. Подготовка и проведение измерений

3.1. Подключают ОУ к измерительной установке.

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

3.3. От источника $G1$ подают переменное напряжение U_1 с частотой, равной f_n .

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 Подп в печ 25 11 86 1,0 усл п л 1,0 усл кр-отт 0,81 уч-изд л
Тир 20 000 Цена 5 коп

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