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

gost.e-ecolog.ru

УДК 621.3.049.77.083:006.354 Группа Э29

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ СОЮЗА ССР

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 $f_{\text{ср}а}$ 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 ($K_{У, U}$) 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

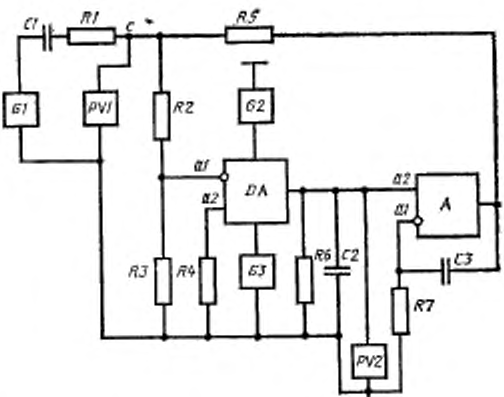
$$R_3 \leqslant 0{,}01\, R_{вх}, \qquad (1)$$

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:

$$U_{см,\,max} \cdot \frac{R_2 + R_3 + R_3}{R_3} \leqslant \frac{U'_{вых.\,max}}{2}, \qquad (2)$$

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



DA — проверяемый ОУ; *G1* — источник переменного напряжения; *G2, G3* — источники постоянного напряжения; *A* — 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; *c* — суммирующая точка.

$$R_1+\frac{1}{\frac{1}{R_{PV1}}+\frac{1}{R_2+R_3}+\frac{1}{R_5}}\geqslant R_{G1}, \qquad (3)$$

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

$$R_3+\frac{1}{\frac{1}{R_{PV1}}+\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2+R_3}}\geqslant 2\,R_н, \qquad (4)$$

где $R_н$ — минимальное допустимое сопротивление нагрузки ВУБ.

1.2.4. Сопротивление резистора R_6 выбирают из условия

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

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

1.2.5. Сопротивление резистора R_7 выбирают из условия

$$R_7\geqslant 2\,R_н. \qquad (6)$$

1.2.6. Допустимые отклонения сопротивления резисторов R_1—R_7 должны быть в пределах ±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 ±3% в диапазоне частот от f_0 до $f_в$.

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

$$f_в\geqslant 1{,}1\,f_{ср.max}, \qquad (7)$$

где $f_в$ — верхний предел измерения частоты среза ОУ на установке; $f_{ср.max}$ — максимальное значение частоты среза проверяемого ОУ.

Нестабильность по напряжению источника переменного напряжения *G1* за время измерения не должна превышать ±2%.

Погрешность установления и поддержания частоты переменного напряжения источника *G1* должна находиться в пределах ±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 ±1%.

1.2.9. Емкость конденсатора C_1 выбирают из условия

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

Допустимое отклонение емкости конденсатора C_1 должно находиться в пределах ±5%.

1.2.10. Емкость конденсатора C_2 выбирают из условия

$$C_2 = C_н - C_п - C_{PV2} - C_A, \qquad (9)$$

где $C_н$ — емкость нагрузки, установленная в стандартах или технических условиях на ОУ конкретных типов; $C_п$ — 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 ±2%.

1.2.11. Емкость конденсатора C_3 выбирают из условия

$$\frac{1}{2\pi f_0 C_3} \leqslant 0{,}05 R_7, \qquad (10)$$

Допустимое отклонение емкости конденсатора C_3 должно находиться в пределах ±5%.

1.2.12. Измеритель переменного напряжения *PV1* должен обеспечивать измерение напряжения в суммирующей точке *c* с погрешностью в пределах ±4% в диапазоне частот от f_0 до $f_в$.

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

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

$$K'_{у,о} \geqslant 10, \qquad (11)$$

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

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

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

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

При этом выход проверяемого ОУ подсоединяют к правому по схеме выводу резистора *R5*. В этом случае значение сопротивления резистора R_6 вместо условия (5) выбирают из условия

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

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 $U_{с.о}$ в суммирующей точке *с* измерителем *PV1* и напряжение $U_{вых.о}$ на выходе ОУ измерителем *PV2*.

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

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

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 $n=0, 1, 2, 3\ldots$

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 ±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 ±2%.

Погрешность установления и поддержания частоты переменного напряжения источника *G1* должна находиться в пределах ±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 ±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 ±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

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

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.

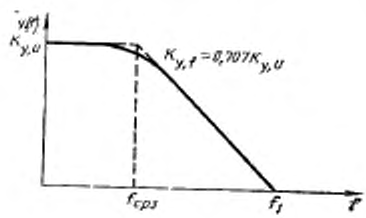
ПРИЛОЖЕНИЕ 1
Справочное

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

$$f_{срз} = \frac{f_1}{K_{y,\,u}}.$$

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

$$\delta_1 = \delta f_{G1}, \tag{1}$$

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

$$\delta_2 = \frac{\Delta f_{1,1}}{f_{1,\min}}, \tag{2}$$

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

$$\delta_3 = \frac{\Delta f_{\text{сра},\,1}}{f_{\text{сра},\,\min}}, \tag{3}$$

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

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

$$\delta_4 = \frac{\Delta f_{1,2}}{f_{1,\min}}, \tag{4}$$

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

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

$$\delta_5 = \frac{\Delta f_{\text{сра},\,2}}{f_{\text{сра},\,\min}}, \tag{5}$$

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

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

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

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 $R_н$ проверяемого ОУ, для метода 1 определяют по формуле

$$\delta_7 = \frac{\Delta f_{срэ,\,3}}{f_{срэ,\,min}}, \qquad (7)$$

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

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

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

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 $C_н$ проверяемого ОУ, для метода 1 определяют по формуле

$$\delta_9 = \frac{\Delta f_{срэ,\,4}}{f_{срэ,\,min}}, \qquad (9)$$

где $\Delta f_{срэ,\,4}$ — 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

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

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

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

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

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

$$\delta_{\Sigma_1}=\pm K_{\Sigma}\sqrt{\left(\frac{\delta_1}{K_1}\right)^2+\left(\frac{\delta_2}{K_1}\right)^2+\left(\frac{\delta_3}{K_2}\right)^2+\left(\frac{\delta_7}{K_2}\right)^2+\left(\frac{\delta_9}{K_2}\right)^2+\left(\frac{\delta_{10}}{K_2}\right)^2+\left(\frac{\delta_{11}}{K_1}\right)^2+\left(\frac{\delta_{12}}{K_1}\right)^2}. \quad (13)$$

ПРИЛОЖЕНИЕ 3
Рекомендуемое

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 ($K_{U,U}$) 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.

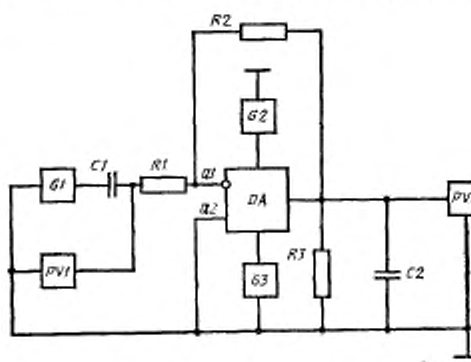
2.2. Источник переменного напряжения *G1* должен обеспечивать установление и поддержание на время изменения переменного напряжения синусоидальной формы U_1, установленного в стандартах или технических условиях на ОУ конкретных типов, с погрешностью в пределах $\pm 4\%$.

Частота переменного напряжения источника *G1* должна находиться в диапазоне

$$\text{от } f_н \leqslant 0{,}9\, f_{1\,min} \tag{1}$$

$$\text{до } f_в \geqslant 1{,}1\, f_{1,max}, \tag{2}$$

где $f_н$ — нижний предел измерения частоты единичного усиления на установке; $f_в$ — 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*, *G3*—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 ±2%.

Погрешность установления и поддержания частоты переменного напряжения источника *G1* должна находиться в пределах ±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

$$\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_{PV1}}\leqslant\frac{1}{R_{G1}}, \qquad (3)$$

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 ±0,5%.

2.5. Сопротивления резисторов R_1 и R_2 выбирают из условий:

$$U_{см.\,max}\cdot\frac{R_1+R_2}{R_1}\leqslant\frac{U_{вых.\,max}}{2}, \qquad (4)$$

$$\frac{1}{R_1+R_2}+\frac{1}{R_3}+\frac{2}{R_{PV2}}\leqslant\frac{1}{R_н}, \qquad (5)$$

где $U_{см.\,max}$ — максимальное абсолютное значение напряжения (ЭДС) смещения нуля ОУ; $U_{вых.\,max}$ — максимальное абсолютное значение выходного напряжения ОУ; R_{PV2} — входное сопротивление измерителя *PV2*; $R_н$ — 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 ±0,5%.

2.6. Емкость конденсатора C_1 выбирают из условия

$$\frac{1}{2\pi f_н C_1}\leqslant 0{,}01\cdot R_1. \qquad (6)$$

Допустимое отклонение емкости конденсатора C_1 должно быть в пределах ±5%.

2.7. Емкость конденсатора C_2 выбирают из условия

$$C_2=C_н-C_п-C_{PV2}, \qquad (7)$$

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

Допустимое отклонение емкости конденсатора *C2* должно быть в пределах ±2%.

2.8. Измеритель переменного напряжения *PV1* должен обеспечивать измерение напряжения U_1 на выходе источника *G1* с погрешностью в пределах ±4% в диапазоне частот от $f_н$ до $f_в$.

2.9. Измеритель переменного напряжения *PV2* должен обеспечивать измерение напряжения *U2* на выходе проверяемого ОУ с погрешностью в пределах ±4% в диапазоне частот от $f_н$ до $f_в$.

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 $f_к$.

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*

gost.e-ecolog.ru

Сдано в наб. 27.05.86 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