



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ
СОЮЗА ССР

МИКРОСХЕМЫ ИНТЕГРАЛЬНЫЕ
МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ ЧАСТОТЫ ПОЛНОЙ
МОЩНОСТИ ОПЕРАЦИОННЫХ
УСИЛИТЕЛЕЙ

ГОСТ 23089.15—90

Издание официальное

Б3 2—90/73

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ ССРП ПО УПРАВЛЕНИЮ
КАЧЕСТВОМ ПРОДУКЦИИ И СТАНДАРТАМ
Москва

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ СОЮЗА ССР**МИКРОСХЕМЫ ИНТЕГРАЛЬНЫЕ**

**Метод измерения частоты полной
мощности операционных усилителей**

ГОСТ

Integrated circuits. Method of measuring full
power frequency of operational amplifiers

23089.15—90**ОКП 62 3100**

Срок действия с 01.07.91
до 01.07.96

Настоящий стандарт устанавливает метод измерения частоты полной мощности f_P операционных усилителей (далее — ОУ).

Расчет значения частоты полной мощности по известному значению максимальной скорости нарастания выходного напряжения приведен в приложении 1.

Общие требования и требования безопасности — по ГОСТ 23089.0.

1. УСЛОВИЯ И РЕЖИМ ИЗМЕРЕНИЯ

1.1. Метод основан на нахождении максимальной частоты, на которой коэффициент гармоник K_f выходного напряжения ОУ при максимальном размахе выходного напряжения не превышает значения, установленного в ТУ на ОУ конкретных типов.

1.2. Измерение f_P проводят при подаче на вход ОУ переменного напряжения синусоидальной формы при инвертирующем или неинвертирующем включении ОУ.

1.3. Коэффициент усиления схемы включения с отрицательной обратной связью $K_{y, \text{вс}}$, при котором измеряют частоту полной мощности f_P , выбирают из ряда 1, 2, 5, 10.

1.4. Электрический режим и условия измерения должны соответствовать установленным в ТУ на ОУ конкретных типов.

2. АППАРАТУРА

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

Издание официальное**Перепечатка воспрещена****© Издательство стандартов, 1990**

**Редактор Т. С. Шеко
Технический редактор В. Н. Прусакова
Корректор Е. А. Богачкова**

Сдано в наб. 19.04.90 Подп. в печ. 27.07.90 0,75 усл. п л 0,75 усл. кр.-отт. 0,54 уч.-изд. л.
Тираж 10 000

Ордена «Знак Почета» Издательство стандартов, 123567, Москва, ГСП, Новогиреевский пер., 3
Тип. «Московский печатник», Москва, Лихий пер., 6. Зак. 1815

2.2. Сопротивления резисторов ($R_1—R_3$) в омах при инвертирующем включении ОУ должны быть выбраны из следующих условий

$$R_1 > 10 R_{\text{вых } G1}; \quad (1)$$

$$R_3 = K_{y,U \text{ ос}} (R_1 + R_{\text{вых } G1}); \quad (2)$$

$$R_2 = \frac{R_3 (R_1 + R_{\text{вых } G1})}{R_3 + (R_1 + R_{\text{вых } G1})}, \quad (3)$$

где $R_{\text{вых } G1}$ — выходное сопротивление источника переменного напряжения $G1$, Ом.

2.3. Сопротивления резисторов ($R_1—R_3$) в омах при неинвертирующем включении с коэффициентом $K_{y,U \text{ ос}} > 1$ должны быть выбраны из следующих условий

$$R_2 > 10 R_{\text{вых } G1}; \quad (4)$$

$$R_1 = \frac{R_3}{K_{y,U \text{ ос}} - 1}; \quad (5)$$

$$R_2 + R_{\text{вых } G1} = \frac{R_1 \cdot R_3}{R_1 + R_3}. \quad (6)$$

Сопротивление резистора (R_5) в омах выбирают из условия

$$\frac{1}{R_5} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_{\text{вх } PV}} + \frac{1}{R_{\text{вх } DS}} + \frac{1}{R_{\text{вх } P}} = \frac{1}{R_n}, \quad (7)$$

где $R_{\text{вх } PV}$ — входное сопротивление измерителя PV , Ом;

$R_{\text{вх } DS}$ — входное сопротивление устройства выборки и хранения DS , Ом;

$R_{\text{вх } P}$ — входное сопротивление измерителя нелинейных искажений P , Ом;

R_n — сопротивление нагрузки, установленное в ТУ на ОУ конкретных типов, Ом.

2.4. Сопротивления резисторов R_2 и R_3 в омах при неинвертирующем включении ОУ с коэффициентом $K_{y,U \text{ ос}}=1$ должны быть равны нулю, а резисторы R_1 , R_4 и устройства выборки и хранения DS исключены.

Сопротивление резистора (R_6) в омах выбирают из условия

$$\frac{1}{R_6} + \frac{1}{R_{\text{вх } PV}} + \frac{1}{R_{\text{вх } P}} = \frac{1}{R_n}. \quad (8)$$

2.5. Сопротивление резистора R_4 в омах выбирают из условия

$$R_4 > 100 R_2. \quad (9)$$

2.6. Допустимые отклонения сопротивления резисторов $R_1—R_5$ должны быть в пределах $\pm 0,5\%$.

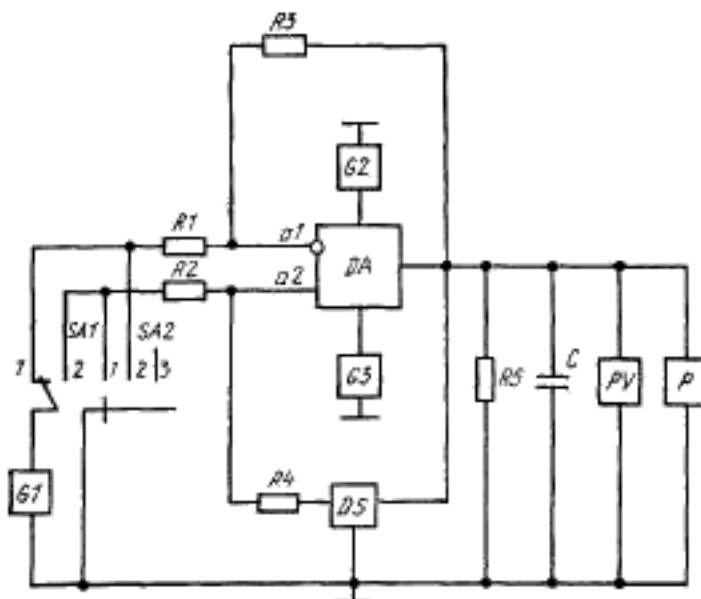
2.7. Источник переменного напряжения $G1$ должен обеспечивать установление и поддержание на время измерения переменного напряжения синусоидальной формы U_1 , установленного в ТУ на ОУ конкретных типов с погрешностью в пределах $\pm 3\%$ в диапазоне частот от f_0 до f_v .

Частоту f_0 указывают в ТУ на ОУ конкретных типов, а частоту f_v выбирают из условия

$$f_v \geq 1,1 f_{P \max}, \quad (10)$$

где f_v — верхний предел измерения частоты полной мощности ОУ на установке, Гц;

$f_{P \max}$ — максимальное значение частоты полной мощности ОУ, Гц.



DA—проверяемый ОУ; G1—источник переменного напряжения; G2, G3—источники постоянного напряжения; DS—устройство выборки и хранения; PV—измеритель переменного напряжения; Р—измеритель нелинейных искажений; R1—R4—резисторы делителей; R5—резистор нагрузки проверяемого ОУ; С—конденсатор нагрузки проверяемого ОУ; S41, S42—устройства коммутации; a1—инвертирующий вход; a2—ненивертирующий вход

Коэффициент гармоник выходного напряжения источника G_1 в диапазоне частот от f_0 до $f_b(K_{rl})$ должен удовлетворять условию

$$K_{rl} \leq \frac{1}{3} \cdot K_{rl\ max}, \quad (11)$$

где $K_{rl\ max}$ — максимальное значение коэффициента гармоник выходного напряжения ОУ на частоте f_0 при максимальном выходном напряжении ОУ, установленное в ТУ на ОУ конкретных типов, %.

2.8. Источники постоянного напряжения G_2 и G_3 должны обеспечивать установление и поддержание напряжения питания, установленного в ТУ на ОУ конкретных типов, с погрешностью в пределах $\pm 1\%$.

2.9. Измеритель переменного напряжения PV должен обеспечивать измерение напряжения на выходе проверяемого ОУ $U_{vых}$ с погрешностью в пределах $\pm 2\%$ в диапазоне частот от f_0 до f_b .

2.10. Измеритель нелинейных искажений P должен обеспечивать измерение коэффициента гармоник напряжения на выходе проверяемого ОУ с погрешностью в пределах $\pm 10\%$ в диапазоне частот от f_0 до f_b .

2.11. Емкость конденсатора (C) в никофарадах выбирают из условия

$$C = C_B - C_B - C_{PV} - C_P - C_{DS}, \quad (12)$$

где C_B — емкость нагрузки, установленная в ТУ на ОУ конкретных типов, пФ;

C_B — паразитная емкость выходной цепи проверяемого ОУ, пФ;

C_{PV} — входная емкость измерителя PV , пФ;

C_P — входная емкость измерителя P , пФ;

C_{DS} — входная емкость устройства выборки и хранения DS , пФ.

2.12. Устройство выборки и хранения DS и резистор R_4 должны обеспечивать балансировку ОУ с погрешностью, указанной в ТУ на ОУ конкретных типов.

Устройство DS и резистор (R_4) исключают из электрической структурной схемы измерительной установки, если выполняется условие

$$U_{cm\ max} \cdot K_{y,U\ ec} < 0,01 U_{vых\ max}, \quad (13)$$

где $U_{cm\ max}$ — абсолютное максимальное значение напряжения смещения нуля проверяемого ОУ, В;

$U_{vых\ max}$ — абсолютное максимальное значение выходного напряжения проверяемого ОУ, В.

2.13. Рекомендации по выбору приборов для автоматизированных измерений частоты полной мощности ОУ приведены в приложении 2.

3. ПОДГОТОВКА И ПРОВЕДЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ

3.1. Подключают ОУ к измерительной установке.

3.2. Устанавливают переключатели $SA1$ и $SA2$ в положение 1 для измерения f_P при инвертирующем включении ОУ или переводят переключатели $SA1$ и $SA2$ в положение 2 при измерении f_P при неинвертирующем включении ОУ с коэффициентом $K_{y,U_{oc}} > 1$; или переводят переключатель $SA1$ в положение 2, а $SA2$ — в положение 3 при измерении f_P при неинвертирующем включении ОУ с коэффициентом $K_{y,U_{oc}} = 1$.

3.3. На ОУ подают напряжения питания от источников $G2$ и $G3$.

3.4. Включают устройство выборки и хранения DS в режим выборки и компенсируют напряжение смещения нуля ОУ, при этом выходное напряжение источника $G1$ должно быть равно нулю.

3.5. Переводят устройство DS в режим хранения.

3.6. Подают от источника $G1$ переменное напряжение U_1 с частотой f_0 .

Измеряют измерителем PV выходное напряжение ОУ $U_{y_{out}}$ и коэффициент гармоник выходного напряжения ОУ K_{r0} измерителем P . Увеличивают переменное напряжение U_1 на выходе источника $G1$ до такого значения, при котором выполняется условие

$$K_{r0} = K_{r0\max}, \quad (14)$$

где $K_{r0\max}$ — максимально допустимый коэффициент гармоник выходного напряжения ОУ на частоте f_0 , установленный в ТУ на ОУ конкретных типов, %.

Не изменяя переменное напряжение U_1 , увеличивают его частоту до такого значения f , при котором выполняется условие

$$K_{rf} = K_{rfP\max}, \quad (15)$$

где K_{rf} — коэффициент гармоник выходного напряжения ОУ на частоте f , %;

$K_{rfP\max}$ — максимально допустимый коэффициент гармоник выходного напряжения ОУ на частоте полной мощности f_P , установленной в ТУ на ОУ конкретных типов, %.

Регистрируют частоту переменного напряжения, равную частоте полной мощности f_P проверяемого ОУ.

4. ПОКАЗАТЕЛИ ТОЧНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ

4.1. Показатели точности измерений полной мощности ОУ должны соответствовать установленным в ТУ на ОУ конкретных типов.

Интервал, в котором с установленной вероятностью 0,997 находится погрешность измерения, рассчитывают по формулам, приведенным в приложении 3.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1 Справочное

РАСЧЕТ ЗНАЧЕНИЯ ЧАСТОТЫ ПОЛНОЙ МОЩНОСТИ ПО ИЗВЕСТНОМУ ЗНАЧЕНИЮ МАКСИМАЛЬНОЙ СКОРОСТИ НАРАСТАНИЯ ВЫХОДНОГО НАПРЯЖЕНИЯ ОУ

Если для ОУ известно значение максимальной скорости нарастания выходного напряжения $V_{U_{\text{вых}}}$, то частоту полной мощности допускается рассчитывать по приближенной формуле

$$f_P = \frac{V_{U_{\text{вых}}}}{2\pi U_{0\max}}, \quad (16)$$

где $U_{0\max}$ — максимальное выходное напряжение ОУ.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2 Рекомендуемое

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫБОРУ ПРИБОРОВ ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ИЗМЕРЕНИЯ ЧАСТОТЫ ПОЛНОЙ МОЩНОСТИ ОУ

В качестве измерителя переменного напряжения PV , измерителя нелинейных искажений P и источника переменного напряжения синусоидальной формы $G1$ рекомендуется применять приборы, имеющие выход на шину IEEE-488.

Для автоматизированного измерения частоты полной мощности ОУ рекомендуется применять следующие типы приборов: В3—63, В7—34, С6—12, Г3—122, Г4—164 или аналогичные.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3
Рекомендуемое

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТОЧНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ ЧАСТОТЫ ПОЛНОЙ МОЩНОСТИ ОУ

1. Определение показателей точности

1.1. Погрешность (δ_1), вызванную неточностью установления и поддержания переменного напряжения источника $G1$, рассчитывают по формуле

$$\delta_1 = \frac{\Delta f_{P1}}{f_{P \min}}, \quad (17)$$

где f_{P1} — значение изменения частоты полной мощности f_P , вызванное неточностью установления и поддержания переменного напряжения, Гц;

$f_{P \min}$ — минимальное значение f_P проверяемого ОУ, Гц.

1.1.2. Погрешность (δ_2), вызванную неточностью установления и поддержания частоты переменного напряжения источника $G1$, рассчитывают по формуле

$$\delta_2 = \delta f_{G1}, \quad (18)$$

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

1.1.3. Погрешность (δ_3), вызванную неточностью установления и поддержания напряжения питания ОУ, рассчитывают по формуле

$$\delta_3 = \frac{\Delta f_{P2}}{f_{P \min}}, \quad (19)$$

где f_{P2} — значение изменения f_P , вызванное неточностью установления и поддержания напряжения питания, Гц.

1.1.4. Погрешность (δ_4), вызванную конечным значением коэффициента усиления $K_{T, U \infty}$ схемы включения ОУ, рассчитывают по формуле

$$\delta_4 = \frac{\Delta f_{P3}}{f_{P \min}}, \quad (20)$$

где Δf_{P3} — значение изменения f_P , вызванное конечным значением коэффициента усиления $K_{T, U \infty}$ схемы включения ОУ, Гц.

1.1.5. Погрешность (δ_5), вызванную отклонением сопротивления нагрузки R_S проверяемого ОУ, рассчитывают по формуле

$$\delta_5 = \frac{\Delta f_{P4}}{f_{P \min}}, \quad (21)$$

где Δf_{P4} — значение изменения f_P , вызванное отклонением сопротивления нагрузки проверяемого ОУ, Гц.

1.1.6. Погрешность (δ_6), вызванную отклонением емкости нагрузки C проверяемого ОУ, рассчитывают по формуле

$$\delta_6 = \frac{\Delta f_{P6}}{f_{P \min}}, \quad (22)$$

где Δf_{P6} — значение изменения f_P , вызванное отклонением емкости нагрузки проверяемого ОУ, Гц.

1.1.7. Погрешность δ_7 , вызванную шумовыми параметрами проверяемого ОУ, определяют экспериментально статистической обработкой результатов измерений конкретных типов ОУ.

1.1.8. Погрешность (δ_8), вызванную погрешностью измерителя PV , рассчитывают по формуле

$$\delta_8 = \delta_{PV}, \quad (23)$$

где δ_{PV} — относительная погрешность измерителя переменного напряжения PV .

1.1.9. Погрешность (δ_9), вызванную погрешностью измерителя P , рассчитывают по формуле

$$\delta_9 = \delta_P, \quad (24)$$

где δ_P — относительная погрешность измерителя коэффициента гармоник P .

1.1.10. Погрешность (δ_{10}), вызванную наличием гармонических искажений в выходном напряжении источника GI , рассчитывают по формуле

$$\delta_{10} = \frac{\Delta f_{P4}}{f_{P \ min}}, \quad (25)$$

где Δf_{P4} — значение изменения f_P , вызванное наличием гармонических искажений в выходном напряжении источника GI , Гц.

2. Погрешность измерения

2.1. Интервал (δ_B), в котором с установленной вероятностью находится погрешность измерения частоты полной мощности, рассчитывают по формуле

$$\delta_B = \pm K_B \sqrt{\left(\frac{\delta_1}{K_1}\right)^2 + \left(\frac{\delta_2}{K_1}\right)^2 + \left(\frac{\delta_3}{K_1}\right)^2 + \left(\frac{\delta_4}{K_2}\right)^2 + \left(\frac{\delta_5}{K_2}\right)^2 + \left(\frac{\delta_6}{K_2}\right)^2 + \left(\frac{\delta_7}{K_1}\right)^2 + \left(\frac{\delta_8}{K_1}\right)^2 + \left(\frac{\delta_{10}}{K_2}\right)^2}, \quad (26)$$

где K_B — коэффициент, зависящий от закона распределения погрешности измерения и установленной вероятности P_B . $K_B = 2,97$ для нормального закона распределения, $P_B = 0,997$.

K_1, K_2 — коэффициенты, зависящие от законов распределения частных погрешностей. Для частной погрешности с нормальным законом распределения $K_1 = 2,97$. Для частной погрешности с равномерным законом распределения $K_2 = 1,72$.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ДАННЫЕ

1. РАЗРАБОТЧИКИ

А. К. Атанасян, А. В. Бильштейн, В. А. Зайко, М. Н. Коробкова, Е. Г. Татевосян, И. А. Туманова

2. УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Постановлением Государственного комитета СССР по управлению качеством продукции и стандартам от 30.03.90 № 698

3. Срок проверки — 1995 г. Периодичность проверки — 5 лет

4. В стандарт введен международный стандарт МЭК 748—3—86

5. ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

6. ССЫЛОЧНЫЕ НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ

Обозначение НТД, на который дана ссылка	Номер пункта
ГОСТ 23089.0—78	Вводная часть