ГОСУДАРСТВЕННЫЕ СТАНДАРТЫ
СОЮЗА ССР

МИКРОСХЕМЫ ИНТЕГРАЛЬНЫЕ

МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ОПЕРАЦИОННЫХ УСИЛИТЕЛЕЙ

ГОСТ 23089.1-83—ГОСТ 23089.11-83

Издание официальное

9 р. 40 к.

КОМИТЕТ СТАНДАРТИЗАЦИИ И МЕТРОЛОГИИ СССР
Москва

gost.e-ecolog.ru

ГОСУДАРСТВЕННЫЕ СТАНДАРТЫ
СОЮЗА ССР

МИКРОСХЕМЫ ИНТЕГРАЛЬНЫЕ

МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ОПЕРАЦИОННЫХ УСИЛИТЕЛЕЙ

ГОСТ 23089.1-83 — ГОСТ 23089.11-83

Издание официальное

МОСКВА — 1992

© Издательство стандартов, 1983
© Издательство стандартов, 1992

УДК 621.3.049.77.083 : 006.354 Группа Э29

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ СОЮЗА ССР

МИКРОСХЕМЫ ИНТЕГРАЛЬНЫЕ

Метод измерения коэффициента усиления операционных усилителей и компараторов напряжения

Integrated circuits. Method of measuring the operational amplifiers and voltage comparators gain

ГОСТ 23089.1—83

ОКП 62 3100

Срок действия с 01.01.84
до 01.01.94

Настоящий стандарт распространяется на операционные усилители (ОУ) и компараторы напряжения (КН) и устанавливает метод измерения коэффициента усиления $K_{y,u}$.

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

Стандарт соответствует СТ СЭВ 3411—81 в части метода измерения коэффициента усиления (см. приложение 1).

(Измененная редакция, Изм. № 1).

1. ПРИНЦИП И УСЛОВИЯ ИЗМЕРЕНИЙ

1.1. Метод основан на измерении напряжения на выходе вспомогательного устройства балансировки, которое обратно пропорционально коэффициенту усиления ОУ или КН при заданном значении выходного напряжения.

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

1.1, 1.2. **(Измененная редакция, Изм. № 1).**

Издание официальное

★

Переиздание с изменениями

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен без разрешения Госстандарта СССР

2. АППАРАТУРА

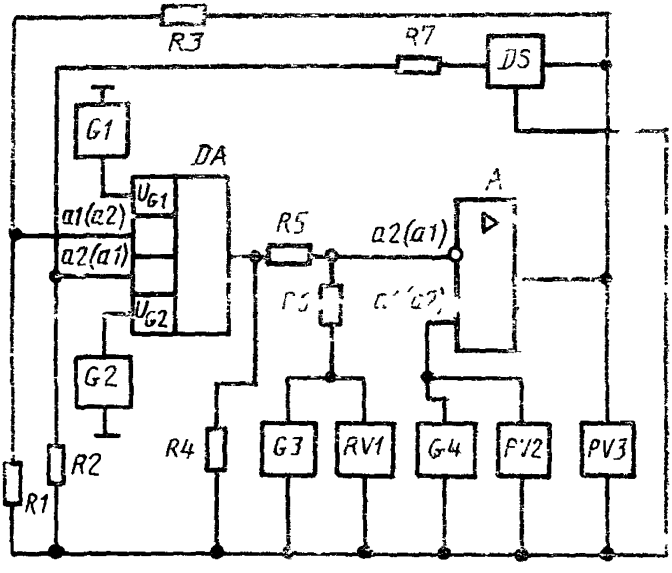
2.1. Измерения следует проводить на установке, электрическая структурная схема которой приведена на черт. 1

При измерении ОУ с одним входом резисторы *R2, R7* и устройство выборки и хранения *DS* исключают из структурной электрической схемы установки.

2.2. Источники постоянного напряжения *G1* и *G2* должны обеспечивать установление и поддержание напряжения питания, установленного в стандартах или технических условиях на ОУ или КН конкретных типов, с погрешностью в пределах ± 1 %.

2.1, 2.2. **(Измененная редакция, Изм. № 1).**

2.3. Источник постоянного напряжения *G3* должен обеспечивать установление и поддержание выходных напряжений, установленных в стандартах или технических условиях на ОУ или КН конкретных типов, с погрешностью в пределах ± 1 %.



DA — проверяемый КН или ОУ, *A* — вспомогательное устройство балансировки (ВУБ), *G1, G2, G3, G4* — источники постоянного напряжения, *DS* — устройство выборки и хранения; *PV1, PV2, PV3* — измерители постоянного напряжения; *R1, R2, R3, R7* — резисторы делителей напряжения, *R4* — резистор нагрузки *R5, R6* - суммирующие резисторы; *a1* — инвертирующий вход *a2* — неинвертирующий вход

Черт. 1

(Измененная редакция, Изм. № 1, 2)

2.4. Источник постоянного напряжения $G4$ должен обеспечивать установление напряжения покоя на выходе проверяемого ОУ или КН, установленного в стандартах или технических условиях на КН или ОУ конкретных типов, с погрешностью в пределах ± 1 %.

Напряжение источника постоянного напряжения $G4$ выбирают из условия

$$U_{G4} = \frac{R_6}{R_5+R_6} \cdot U_0, \qquad (1)$$

где U_{G4} — напряжение источника постоянного напряжения $G4$;

U_0 — напряжение покоя на выходе проверяемого ОУ или КН, установленное в стандартах или технических условиях на ОУ или КН конкретных типов.

Изменение напряжения источника $G4$ за время измерения не должно превышать значения

$$|\Delta U_{G4}| \quad 0{,}001|U_1-U_2|, \qquad (2)$$

где ΔU_{G4} — изменение напряжения источника $G4$;

$|U_1-U_2|$ — размах напряжения U_1 и U_2, подаваемых от источника $G3$.

2.5. Измерители $PV1$, $PV3$ должны обеспечивать измерение напряжений U_1, U_2, U_{x1}, U_{x2} с точностью, при которой погрешность определения разности $|U_1-U_2|$ и $|U_{x1}-U_{x2}|$ должна быть в пределах ±2 %, где U_{x1} и U_{x2} — напряжения на выходе ВУБ.

2.6. Погрешность измерителя $PV2$ должна быть в пределах ± 1 %.

2.7. Сопротивление резисторов $R1$ и $R2$ выбирают из условий (3) и (4).

$$100R_{\text{п,max}} < R_1 < 0{,}005R_{\text{вх}}; \qquad (3)$$

$$R_2 = R_1, \qquad (4)$$

где $R_{\text{п max}}$ — максимальное значение контактных сопротивлений переключателей и соединителей, используемых в измерительной установке;

$R_{\text{вх}}$ — входное дифференциальное сопротивление проверяемого ОУ или КН.

Допустимое отклонение сопротивления резисторов $R1$ и $R2$ должно быть в пределах ± 0,5 %.

2.8. Сопротивление резистора $R3$ выбирают из условия

$$\frac{R_1+R_3}{R_1} \cdot |\Delta U_{\text{см}}| + R_3|\Delta I_{\text{вх,max}}| + \frac{R_1+R_3}{R_3} \cdot \frac{|U+U_0|}{K_{\text{у},U,\text{min}}} \quad |U'_{\text{вых, max}}|, \qquad (5)$$

где $\Delta U_{\text{см}}$ — нескомпенсированный остаток напряжения смещения нуля проверяемого ОУ или КН;

$\Delta I_{вх,\,max}$ — максимальное значение разности входных токов проверяемого ОУ или КН;

$K_{у,\,U,\,min}$ — минимальное значение коэффициента усиления проверяемого ОУ или КН;

U — размах выходного напряжения на выходе проверяемого ОУ или КН при подаче от источника $G3$ напряжения U_1 или U_2;

$U'_{вых,\,max}$ — максимальное значение выходного напряжения ВУБ.

Допустимое отклонение сопротивления резистора $R3$ должно быть в пределах ± 0,5 %.

2.9. Сопротивление резистора $R4$ выбирают из условия

$$\frac{1}{R_4} = \frac{1}{R_н} - \frac{1}{R_5} \qquad (6)$$

где $R_н$ — сопротивление нагрузки проверяемого ОУ или КН, установленное в стандартах или технических условиях на ОУ или КН конкретных типов.

Допустимое отклонение сопротивления резистора $R4$ должно быть в пределах ± 2 %.

2.10. Сопротивление резисторов $R5$ и $R6$ выбирают из условий (7) и (8)

$$R_5 > R_н, \qquad (7)$$

$$R_6 = R_5. \qquad (8)$$

Допустимое отклонение сопротивления резисторов $R5$ и $R6$ должно быть в пределах ± 0,5 %.

2.11. Сопротивление резистора $R7$ выбирают из условия

$$\frac{R_2}{R_2+R_7} > \frac{|U_{см,max}|}{|U_{DS,max}|}, \qquad (9)$$

где $U_{см,\,max}$ — максимальное значение напряжения смещения проверяемого ОУ или КН;

$U_{DS,\,max}$ — максимальное выходное напряжение устройства DS.

Допустимое отклонение сопротивления резистора $R7$ должно быть в пределах ± 0,5 %.

2.12. Коэффициент усиления вспомогательного устройства балансировки А выбирают из условия

$$K'_{у,U} > \frac{R_1+R_3}{R_1} \cdot \frac{10^3}{K_{у,U,min}}, \qquad (9а)$$

где $K'_{у,\,U}$ — коэффициент усиления вспомогательного устройства балансировки А.

Коэффициент усиления вспомогательного устройства балансировки А при разомкнутой обратной связи должен быть более 60 дБ.

Вспомогательное устройство балансировки А может быть исключено из схемы измерительной установки при выполнении условия

$$K_{y,U,\min} \quad 10^3 \cdot \frac{R_1+R_3}{R_1} \quad . \qquad (9б)$$

2.13. Устройство выборки и хранения *DS* должно обеспечивать компенсацию напряжения смещения нуля проверяемого ОУ или КН и хранение напряжения выборки на время измерения.

Максимальное выходное напряжение устройства выборки и хранения *DS* должно соответствовать условию

$$|U_{DS,\max}| \geqslant |U_{см,\max}| \cdot \frac{R_2+R_7}{R_2} \quad . \qquad (9в)$$

Изменение выходного напряжения устройства выборки и хранения *DS* за время измерения не должно превышать значения

$$|\Delta U_{DS}| \leqslant 0{,}001 \frac{R_2+R_7}{R_2} \cdot \frac{|U_1-U_2|}{K_{y,U\max}} \quad , \qquad (9г)$$

где ΔU_{DS} — изменение выходного напряжения устройства *DS*;

$K_{y,U,\max}$ — максимальное значение коэффициента усиления проверяемого ОУ или КН.

Устройство выборки и хранения *DS* и резистор *R*7 могут быть исключены из схемы измерительной установки при выполнении условия

$$\frac{R_1+R_3}{R_1} \cdot |U_{см,\max}| + R_3 |\Delta I_{вх,\max}| \frac{R_1+R_3}{R_1} \cdot \frac{|U+U_0|}{K_{y,U,\min}} < |U'_{вых,\max}|. \qquad (9д)$$

2.4—2.13. **(Измененная редакция, Изм. № 1).**

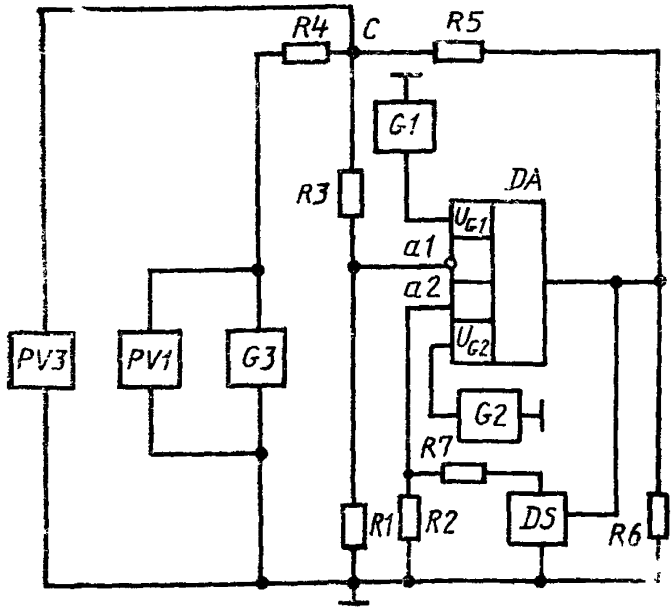
2.14. Измерительные приборы и элементы, указанные в электрической структурной схеме (черт. 1), допускается устанавливать в других местах и заменять другими устройствами, обеспечивающими режимы и точность измерения, указанные в настоящем стандарте.

2.15. Электрическая структурная схема установки без вспомогательного устройства балансировки А приведена на черт. 2.

2.15.1. Источники постоянного напряжения *G*1, *G*2, *G*3 должны соответствовать требованиям пп. 2.2, 2.3.

2.15.2. Измерители *PV*1, *PV*3 должны обеспечивать измерение напряжений U_1, U_2, U_{x1}, U_{x2} с точностью, при которой погрешность определения разности $|U_1-U_2|$ и $|U_{x1}-U_{x2}|$ должна быть в пределах $\pm$ 2 %, где U_{x1} и U_{x2} — напряжения в суммирующей точке С.

2.15.3. Сопротивление резисторов *R*1 и *R*2 должны соответствовать требованиям п. 2.7.



DA — проверяемый КН или ОУ; *G1, G2, G3* — источники постоянного напряжения, *DS* — устройство выборки и хранения; *PV1, PV3* — измерители постоянного напряжения, *R4, R5* — резисторы суммирования, *R1, R2, R3, R7* — резисторы делителей напряжения; *R6* — резистор нагрузки, *a1* — инвертирующий вход; *a2* — неинвертирующий вход; *c* — суммирующая точка

Черт. 2

2.15.4. Сопротивление резистора $R3$ выбирают из условия

$$\frac{R_1}{R_1+R_3} \geqslant 10^3 \frac{\left(2+\frac{R_4}{R_3}\right)}{K_{y,U,\min}}, \qquad (9е)$$

где $K_{y,U,\min}$ — минимальное значение коэффициента усиления проверяемого ОУ или КН.

Допустимое отклонение сопротивления резистора $R3$ должно быть в пределах ± 0,5 %.

2.15.5. Сопротивление резистора $R4$ выбирают из условия

$$R_4=R_3. \qquad (9ж)$$

Допустимое отклонение сопротивления резистора $R4$ должно быть в пределах ± 0,5 %.

2.15.6. Сопротивление резистора $R5$ выбирают из условия

$$\frac{1}{R_н} > \frac{1}{R_5} + \frac{1}{R_{вх,DS}}, \qquad (9и)$$

где $R_н$ — сопротивление нагрузки проверяемого ОУ или КН, установленное в стандартах или технических условиях на ОУ или КН конкретных типов;

$R_{вх,\,DS}$ — входное сопротивление устройства выборки и хранения *DS*.

Допустимое отклонение сопротивления резистора *R*5 должно быть в пределах ± 0,5 %.

2.15.7. Сопротивление резистора *R*6 выбирают из условия

$$\frac{1}{R_6} = \frac{1}{R_н} - \frac{1}{R_5} - \frac{1}{R_{вх,DS}} . \qquad (9к)$$

Допустимое отклонение сопротивления резистора *R*6 должно быть в пределах ± 2 %.

2.15.8. Сопротивление резистора *R*7 выбирают из условия

$$\frac{R_2}{R_2+R_7} > \frac{Б}{|U_{DS,max}|} , \qquad (9л)$$

$$Б=|U_{см,max}|+ \frac{|U_0|}{K_{у,U,min}} , \qquad (9м)$$

где $U_{см,\,max}$ — максимальное значение напряжения смещения проверяемого ОУ или КН;

U_0 — напряжение покоя на выходе проверяемого ОУ или КН, установленное в стандартах или технических условиях на ОУ или КН конкретных типов.

2.15.9. Устройство выборки и хранения *DS* должно обеспечивать установление напряжения покоя на выходе и компенсацию напряжения смещения нуля проверяемого ОУ или КН и хранение напряжения выборки на время измерения.

Максимальное выходное напряжение устройства выборки и хранения *DS* должно соответствовать условию

$$|U_{DS,max}| \geqslant Б \cdot \frac{R_2+R_7}{R_2} . \qquad (9н)$$

Изменение выходного напряжения устройства выборки и хранения *DS* за время измерения не должно превышать значения

$$|\Delta U_{DS}| \leqslant 0{,}001 \frac{R_2+R_7}{R_2} \cdot \frac{|U_1-U_2|}{K_{у,U,max}} , \qquad (9п)$$

где ΔU_{DS} — изменение выходного напряжения устройства *DS*;

$K_{у,\,U,\,max}$ — максимальное значение коэффициента усиления проверяемого ОУ или КН.

Устройство выборки и хранения *DS* и резистор *R*7 могут быть исключены из схемы измерительной установки при выполнении условий (9р) и (9с)

$$U_0=0, \qquad (9р)$$

$$\frac{R_1+R_3}{R_1}\left(2+\frac{R_4}{R_3}\right) \cdot |U_{см,max}|+|U| < |U_{вых,max}|, \qquad (9с)$$

где $U = U_1$ или $U = U_2$ — напряжения, подаваемые от источника $G3$;

$U_{вых, max}$ — максимальное выходное напряжение проверяемого ОУ или КН, установленное в стандартах или технических условиях на ОУ или КН конкретных типов.

2.15, 2.15.1—2.15.9. **(Введены дополнительно, Изм. № 1).**

3. ПОДГОТОВКА И ПРОВЕДЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ

3.1. Подключают ОУ или КН к измерительной установке.

3.2. Подают напряжение на ОУ или КН от источников постоянного напряжения $G1$, $G2$, $G4$.

3.3. Компенсируют устройством DS напряжение на выходе проверяемого КН или ОУ до значения напряжения покоя, для чего устройство DS (при напряжении источника постоянного напряжения $G3$, равном нулю) включают в режим выборки. При этом устанавливается $U_x = 0$.

3.1—3.3. **(Измененная редакция, Изм. № 1).**

3.4. Переводят устройство DS в режим хранения.

3.5. Подают от источника постоянного напряжения $G3$ напряжение U_1, установленное в стандартах или технических условиях на ОУ или КН конкретных типов.

3.6. Измеряют напряжение U_{x1} измерителем постоянного напряжения $PV3$.

3.7. Подают от источника постоянного напряжения $G3$ напряжение U_2, установленное в стандартах или технических условиях на ОУ или КН конкретных типов.

3.8. Измеряют напряжение U_{x2} измерителем постоянного напряжения $PV3$.

3.5—3.8. **(Измененная редакция, Изм. № 1).**

4. ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ

4.1. Значение коэффициента усиления определяют по формуле

$$K_{y,U} = \frac{R_1 + R_2}{R_1} \cdot \left| \frac{U_1 - U_2}{U_{x1} - U_{x2}} \right| . \qquad (10)$$

5 ПОКАЗАТЕЛИ ТОЧНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ

5.1. Показатели точности измерений коэффициента усиления должны соответствовать установленным в стандартах или технических условиях на ОУ или КН конкретных типов.

Границы интервала, в котором с доверительной вероятностью 0,997 находится погрешность измерения, определяют по формуле

$$\delta = \pm 2{,}97 \sqrt{2\left(\frac{R_3}{R_1+R_3}\right)^2 \sigma_R^2 + \frac{U_1^2+U_2^2}{(U_1-U_2)^2}\sigma_U^2 + \frac{U_{x1}^2+U_{x2}^2}{(U_{x1}-U_{x2})^2}\sigma_{U_x}^2}, \quad (11)$$

$$\sigma_R^2 = \left(\frac{\delta_R}{1{,}73}\right)^2; \quad \sigma_U^2 = \left(\frac{\delta_{PV1}}{1{,}73}\right)^2 + \sum_{i=1}^{8}\left(a_i \frac{\delta_i}{K_i}\right)^2;$$

$$\sigma_{U_x}^2 = \left(\frac{\delta_{PV3}}{1{,}73}\right)^2 + \sum_{i=1}^{8}\left(a_i \frac{\delta_i}{K_i}\right)^2, \quad (12)$$

где δ_R — допустимое отклонение сопротивления резисторов $R1$ и $R3$;

δ_{PV1}, δ_{PV3} — погрешность измерителей $PV1$, $PV3$;

δ_1 — погрешность установления и поддержания напряжения питания проверяемого ОУ или КН;

δ_2 — погрешность установления и поддержания размаха напряжений $|U_1-U_2|$, подаваемых от источника $G3$;

δ_3 — погрешность поддержания напряжения покоя на выходе проверяемого ОУ или КН;

δ_4 — погрешность измерения разности $|U_{x1}-U_{x2}|$;

δ_5 — погрешность установления и поддержания параметра нагрузки на выходе проверяемого ОУ или КН;

δ_6 — погрешность суммирования сигналов;

при наличии ВУБ на его входе определяют по формуле

$$\delta_6 = \pm \frac{|R_5-R_6|_{max}}{R_5}, \quad (13)$$

при отсутствии ВУБ в точке С определяют по формуле

$$\delta_6 = \pm \frac{|R_4-R_4|_{max}}{R_4}; \quad (14)$$

δ_7 — погрешность сигнала на выходе проверяемого ОУ или КН от наличия эквивалентного выходного напряжения шумов проверяемого ОУ или КН;

δ_8 — погрешность установления и поддержания температуры окружающей среды;

a_1 — коэффициент влияния напряжения питания проверяемого ОУ или КН на измеряемый параметр;

a_2 — коэффициент влияния установления и поддержания размаха напряжений $|U_1-U_2|$ на измеряемый параметр;

a_3 — коэффициент влияния изменения напряжения покоя на выходе проверяемого ОУ или КН на измеряемый параметр;

a_4 — коэффициент влияния погрешности измерения разности $|U_{x1}-U_{x2}|$ на измеряемый параметр;

a_5 — коэффициент влияния параметра нагрузки на измеряемый параметр;

a_6 — коэффициент влияния погрешности суммирования сигналов на выходе ВУБ или в точке С на измеряемый параметр;

a_7 — коэффициент влияния эквивалентного выходного напряжения шумов проверяемого ОУ или КН на измеряемый параметр;

a_8 — коэффициент влияния температуры окружающей среды на измеряемый параметр.

От K_1 до K_8 — предельные коэффициенты, зависящие от закона распределения соответствующей погрешности от δ_1 до δ_8.

$K_1 = K_2 = K_3 = K_4 = K_5 = K_7 = K_8 = 1{,}73$.

$K_6 = 3$.

(Измененная редакция, Изм. № 1, 2).

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
Справочное

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ДАННЫЕ О СООТВЕТСТВИИ ГОСТ 23089.1—83 СТ СЭВ 3411—81

ГОСТ 23089.1—83 соответствует п. 13.4 СТ СЭВ 3411—81.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2. **(Исключено, Изм. № 1).**

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ДАННЫЕ

1. УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 09.09.83 № 4165

2. Срок проверки — 1992 г.

3. Стандарт соответствует СТ СЭВ 3411—81 в части метода измерения коэффициента усиления

4. ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

5. ССЫЛОЧНЫЕ НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ

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

6. Переиздание (декабрь 1991 г.) с Изменениями № 1, № 2, утвержденными в феврале 1986 г., августе 1989 г. (ИУС 6—86, 12—89)

7. Проверен в 1988 г. Срок действия продлен до 01.01.94 (Постановление Госстандарта СССР от 28.06.88 № 2428)

gost.e-ecolog.ru