



ГОСУДАРСТВЕННЫЕ СТАНДАРТЫ  
СОЮЗА ССР

---

**МИКРОСХЕМЫ ИНТЕГРАЛЬНЫЕ**  
**МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ**  
**ОПЕРАЦИОННЫХ УСИЛИТЕЛЕЙ**  
**ГОСТ 23089.1-83—ГОСТ 23089.11-83**

**Издание официальное**

**КОМИТЕТ СТАНДАРТИЗАЦИИ И МЕТРОЛОГИИ СССР**  
**Москва**

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

**МИКРОСХЕМЫ ИНТЕГРАЛЬНЫЕ**

Метод измерения коэффициента усиления  
операционных усилителей и компараторов напряжения

**ГОСТ**  
**23089.1—83**

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

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  $K_{y, v}$ .

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 I).

(Измененная редакция, Изм. № 1).

**1. ПРИНЦИП И УСЛОВИЯ ИЗМЕРЕНИЯ**

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.

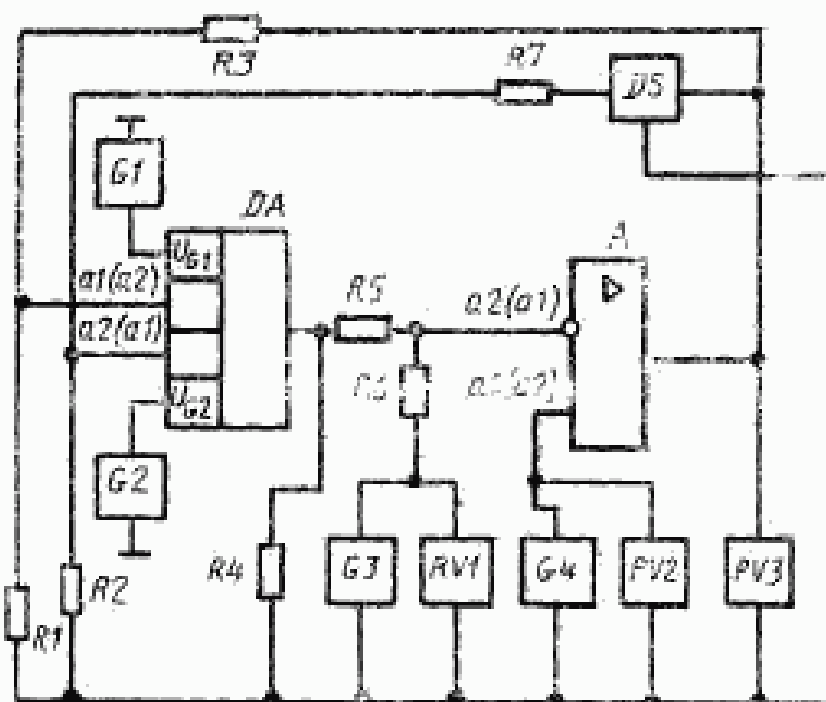
2.1. Измерения следует проводить на установке, электрическая структурная схема которой приведена на черт. 1.

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  $\pm 1\%$ .

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  $\pm 1\%$ .



$DA$  — программируемый КН или ОУ;  $A$  — вспомогательное устройство балансировки (ВУВ);  $G1$ ,  $G2$ ,  $G3$ ,  $G4$  — 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  $\pm 1\%$ .

Напряжение источника постоянного напряжения  $G4$  выбирают из условия

$$U_{G4} = \frac{R_6}{R_3 + R_4} \cdot U_0, \quad (1)$$

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

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

где  $\Delta U_{G4}$  — 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  $\pm 2\%$ , где  $U_{x1}$  и  $U_{x2}$  — напряжения на выходе ВУБ.

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

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

$$100R_{n,\max} < R_1 < 0,005 R_{nx}; \quad (3)$$

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

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

$R_{nx}$  — входное дифференциальное сопротивление проверяемого ОУ или КН.

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

2.8. Сопротивление резистора  $R3$  выбирают из условия

$$\frac{R_1 + R_2}{R_1} \cdot |\Delta U_{cm}| + R_3 |M_{nx,\max}| + \frac{R_1 + R_2}{R_3} \cdot \frac{|U + U_0|}{K_{y,U,\min}} < |U'_{\max,\max}|, \quad (5)$$

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

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

$K_{y, U, min}$  — 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  $\pm 0,5\%$ .

2.9. Сопротивление резистора  $R4$  выбирают из условия

$$\frac{1}{R_4} = \frac{1}{R_n} - \frac{1}{R_2} \quad (6)$$

где  $R_n$  — 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  $\pm 2\%$ .

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

$$R_5 > R_n \quad (7)$$

$$R_6 = R_5 \quad (8)$$

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

2.11. Сопротивление резистора  $R7$  выбирают из условия

$$\frac{R_1}{R_2 + R_7} > \frac{|U_{см, max}|}{|U_{DS, max}|} \quad (9)$$

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  $\pm 0,5\%$ .

2.12. Коэффициент усиления вспомогательного устройства балансировки  $A$  выбирают из условия

$$K'_{y, U} > \frac{R_1 + R_2}{R_1} \cdot \frac{10^4}{K_{y, U, min}} \quad (9a)$$

где  $K'_{y, U}$  — коэффициент усиления вспомогательного устройства балансировки  $A$ .

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

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

$$K_{y, U, \min} \geq 10^3 \cdot \frac{R_1 + R_2}{R_1} \quad (9б)$$

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

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

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

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

где  $\Delta U_{DS}$  — изменение выходного напряжения устройства DS;

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

Устройство выборки и хранения DS и резистор R7 могут быть исключены из схемы измерительной установки при выполнении условия

$$\frac{R_1 + R_2}{R_1} \cdot |U_{см, \max}| + R_2 |\Delta U_{см, \max}| \cdot \frac{R_1 + R_2}{R_1} \cdot \frac{|U + U_0|}{K_{y, U, \min}} < |U_{см, \max}| \quad (9д)$$

#### 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.

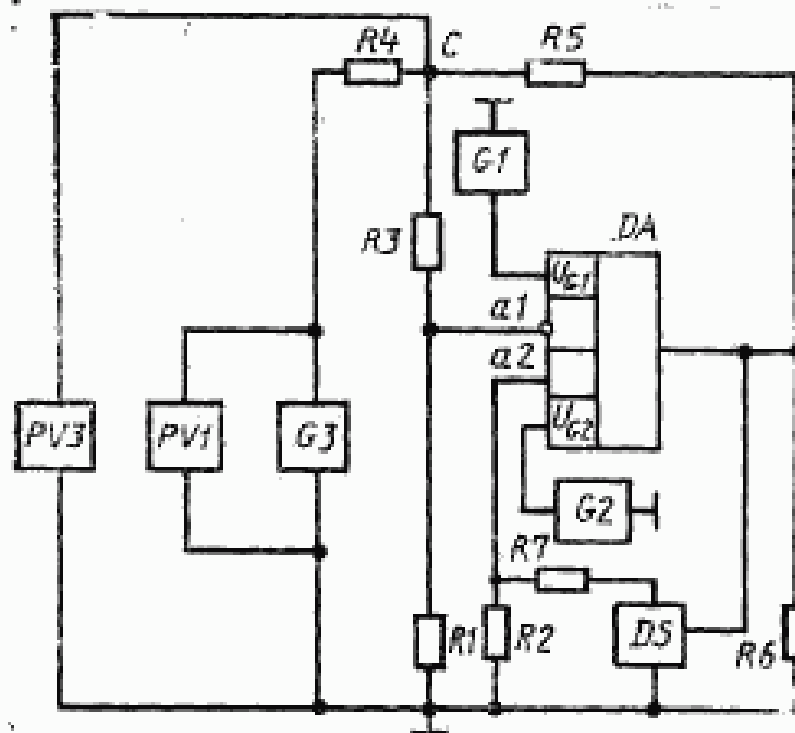
2.15. Электрическая структурная схема установки без вспомогательного устройства балансировки А приведена на черт. 2.

2.15.1. Источники постоянного напряжения G1, G2, G3 должны соответствовать требованиям пп. 2.2, 2.3.

2.15.2. 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  $\pm 2\%$ , где  $U_{x1}$  и  $U_{x2}$  — напряжения в суммирующей точке С.

2.15.3. Сопротивление резисторов R1 и R2 должны соответствовать требованиям п. 2.7.





DA — проверяемый КН или ОУ; G1, G2, G3 — источники постоянного напряжения; DS — устройство выборки и крапления; 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; с — суммирующая точка

Черт. 2

2.15.4. Сопротивление резистора  $R_3$  выбирают из условия

$$\frac{R_1}{R_1 + R_2} \geq 10^3 \frac{\left(2 + \frac{R_4}{R_5}\right)}{K_{y, U, \min}} \quad (9e)$$

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

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

2.15.5. Сопротивление резистора  $R_4$  выбирают из условия

$$R_4 = R_5 \quad (9ж)$$

Допустимое отклонение сопротивления резистора  $R_4$  должно быть в пределах  $\pm 0,5\%$ .

2.15.6. Сопротивление резистора  $R_5$  выбирают из условия

$$\frac{1}{R_n} > \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_{\text{вх}, DS}} \quad (9и)$$

где  $R_n$  — 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  $R5$  должно быть в пределах  $\pm 0,5\%$ .

2.15.7. Сопротивление резистора  $R6$  выбирают из условия

$$\frac{1}{R_4} = \frac{1}{R_{11}} = \frac{1}{R_5} = \frac{1}{R_{вх, DS}} \quad (9к)$$

Допустимое отклонение сопротивления резистора  $R6$  должно быть в пределах  $\pm 2\%$ .

2.15.8. Сопротивление резистора  $R7$  выбирают из условия

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

$$B = |U_{см, max}| + \frac{|U_0|}{K_{y, U, min}} \quad (9м)$$

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

$$|U_{DS, max}| \geq B \cdot \frac{R_2 + R_7}{R_2} \quad (9н)$$

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

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

где  $\Delta U_{DS}$  — изменение выходного напряжения устройства  $DS$ ;

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

Устройство выборки и хранения  $DS$  и резистор  $R7$  могут быть исключены из схемы измерительной установки при выполнении условий (9р) и (9с)

$$U_0 = 0, \quad (9р)$$

$$\frac{R_1 + R_2}{R_1} \left( 2 + \frac{R_1}{R_2} \right) \cdot |U_{см, max}| + |U_0| < |U_{max, max}|, \quad (9с)$$

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

$U_{\text{вых, max}}$  — 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 ИЗМЕРЕНИЯ

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

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

### 5. ПОКАЗАТЕЛИ ТОЧНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ

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

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

$$\sigma_R^2 = \left( \frac{\delta_R}{1,73} \right)^2; \quad \sigma_U^2 = \left( \frac{\delta_{PV1}}{1,73} \right)^2 + \sum_{i=1}^8 \left( a_i \frac{\delta_i}{K_i} \right)^2; \\ \sigma_{U_x}^2 = \left( \frac{\delta_{PV3}}{1,73} \right)^2 + \sum_{i=1}^8 \left( a_i \frac{\delta_i}{K_i} \right)^2, \quad (12)$$

где  $\delta_R$  — допустимое отклонение сопротивления резисторов  $R_1$  и  $R_3$ ;  
 $\delta_{PV1}$ ,  $\delta_{PV3}$  — погрешность измерителей  $PV1$ ,  $PV3$ ;

$\delta_1$  — погрешность установления и поддержания напряжения питания проверяемого ОУ или КН;

$\delta_2$  — погрешность установления и поддержания размаха напряжений  $|U_1 - U_2|$ , подаваемых от источника  $G3$ ;

$\delta_3$  — погрешность поддержания напряжения покоя на выходе проверяемого ОУ или КН;

$\delta_4$  — погрешность измерения разности  $|U_{x1} - U_{x2}|$ ;

$\delta_5$  — погрешность установления и поддержания параметра нагрузки на выходе проверяемого ОУ или КН;

$\delta_6$  — 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

$$\delta_6 = \pm \frac{|R_4 - R_5|_{\max}}{R_4}. \quad (14)$$

$\delta_7$  — погрешность сигнала на выходе проверяемого ОУ или КН от наличия эквивалентного выходного напряжения шумов проверяемого ОУ или КН;

$\delta_8$  — 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  $\delta_1$  до  $\delta_8$ .

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

$K_6 = 3$ .

(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)