УДК 621.3.049.77.083 : 006.354 Группа Э29

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ СОЮЗА ССР

МИКРОСХЕМЫ ИНТЕГРАЛЬНЫЕ

Методы измерения напряжения и э д с смещения нуля операционных усилителей и компараторов напряжения

Integrated circuits Methods of measuring the operational amplifiers and voltage comparators zero offset voltage and emf

ГОСТ 23089.3—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 два метода измерения напряжения смещения нуля $U_{см}$ и э. д. с смещения нуля $E_{см}$:

метод 1 — метод балансировки вспомогательным устройством (ВУБ);

метод 2 — метод с приведением напряжения на инвертирующем входе и нулю.

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

Стандарт соответствует СТ СЭВ 3411—81 в части метода измерения напряжения смещения нуля (см. приложение 1).

(Измененная редакция, Изм. № 1).

1. ПРИНЦИП И УСЛОВИЯ ИЗМЕРЕНИЙ. МЕТОД 1

1.1. Метод основан на компенсации напряжения (э. д. с) смещения нуля с помощью вспомогательного устройства балансировки (ВУБ) и измерении напряжения на его выходе с последующим вычислением напряжения или э. д. с. смещения нуля.

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

(Измененная редакция, Изм. № 1).

Издание официальное

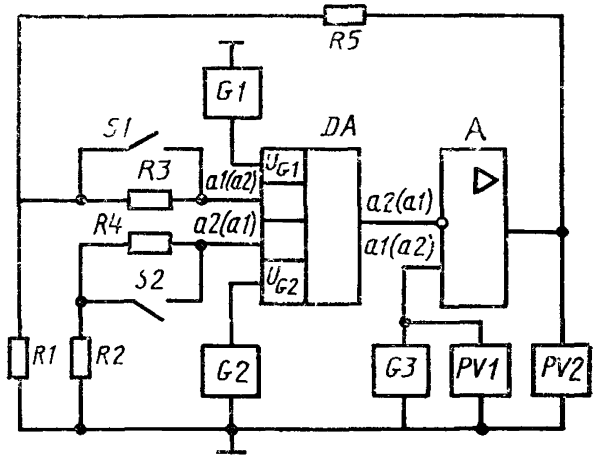
★

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

2. АППАРАТУРА. МЕТОД 1

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

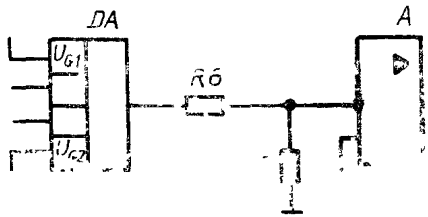
При измерении ОУ с одним входом резисторы $R2$ и $R4$ и коммутационное устройство $S2$ исключают из структурной электрической схемы установки.



ДА — проверяемый КН или ОУ; *А* — вспомогательное устройство балансировки (ВУБ); *G1, G2, G3* — источники постоянного напряжения; *PV1, PV2* — измерители постоянного напряжения; *R1, R5* — резисторы обратной связи; *R2* — резистор, симметрирующий входные цепи; *R3, R* — резисторы; *a1* — инвертирующий вход, *a2* — инвертирующий вход; *S1, S2* — устройства коммутации

Черт. 1

2.2. При измерении на измерительной установке, кроме $U_{см}$, $E_{см}$, параметров $K_{у,U}$ и $K_{ос,сф}$ допускается соединять проверяемый КН или ОУ и вспомогательное устройство балансировки делителем, приведенным на черт. 2.



Черт 2

2.3. 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 %.

2.4. Источник постоянного напряжения $G3$ должен обеспечивать установление и поддержание 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 $G3$ выбирают из условия

при наличии делителя

$$U_{G3}=\frac{R_7}{R_6+R_7}\cdot U_0, \qquad (1)$$

при отсутствии делителя

$$U_{G3}=U_0, \qquad (2)$$

где U_{G3} — напряжение источника постоянного напряжения $G3$;

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

Изменение напряжения источника $G3$ за время измерения не должно превышать значения

$$|\Delta U_{G3}|\leqslant 0{,}001|U_{\text{см,min}}|K_{\text{у},U,\text{min}}, \qquad (3)$$

где ΔU_{G3} — изменение напряжения источника $G3$;

$U_{\text{см, min}}$ — минимальное значение напряжения смещения проверяемого ОУ или КН;

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

2.5. Погрешность измерителей $PV1$, $PV2$ должна быть в пределах ± 1 %.

2.6. Сопротивление резисторов $R1$ и $R2$ выбирают из условий (4) и (4а)

$$100R_{\text{п,max}}<R_1<0{,}005R_{\text{вх}}, \qquad (4)$$

$$R_2=R_1, \qquad (4а)$$

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 %.

2.7. Сопротивления резисторов $R3$ и $R4$ выбирают из условий (4б) и (4в)

$$R_3 = R_r - \frac{R_1 R_5}{R_1 + R_5}, \quad (4б)$$

$$R_4 = R_3, \quad (4в)$$

где $R_г$ — эквивалентное сопротивление источника сигнала, установленное в стандартах или технических условиях на ОУ или КН конкретных типов.

Допустимое отклонение сопротивления резисторов $R3$ и $R4$ должно быть в пределах ± 0,5 %.

2.8. Сопротивление резистора $R5$ выбирают из условия

$$\frac{R_1}{R_1 + R_5} > \left| \frac{U_{см,max}}{U'_{вых,max}} \right|, \quad (4г)$$

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

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

Допустимое отклонение сопротивления резистора $R5$ должно быть в пределах ± 0,5 %.

2.9. Сопротивления резисторов $R6$ и $R7$ выбирают из условий (4д) и (4е)

$$R_6 > R_н, \quad (4д)$$

$$R_7 = R_6, \quad (4е)$$

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

Допустимое отклонение сопротивления резисторов $R6$ и $R7$ должно быть в пределах ±0,5 %.

2.10. Коэффициент усиления вспомогательного устройства балансировки А выбирают из условия

$$K'_{у,U} > \frac{R_1 + R_5}{R_1} \cdot \frac{10^3}{K_{у,U,min}}, \quad (4ж)$$

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

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

$$K_{у,U,min} \geqslant 10^3 \cdot \frac{R_1 + R_5}{R_1}. \quad (4и)$$

2.11 Абсолютное значение напряжения смещения вспомога-

тельного устройства балансировки А должно соответствовать условию

$$|U'_{см}| \leqslant 0{,}005 |U_{см,min}| \cdot K_{у,U,min}, \quad (4к)$$

где $U'_{см}$ — напряжение смещения вспомогательного устройства балансировки.

2.12. Значение разности э.д.с. трактов: $a1$ — место соединения резисторов $R1$, $R5$ и $a2$ — общий проход должно соответствовать условию

$$E_s \leqslant 0{,}02 |E_{см,min}|, \quad (4л)$$

где E_s — разность э.д.с. трактов;

$E_{см,min}$ — минимальное значение э.д.с смещения нуля проверяемого ОУ или КН.

2.13. 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.

Разд. 2. **(Измененная редакция, Изм. № 1).**

3. ПОДГОТОВКА И ПРОВЕДЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ. МЕТОД 1

3.1. Подключают ОУ или КН к измерительной установке.

3.2. Подают напряжения на ОУ или КН от источников постоянного напряжения $G1$, $G2$, $G3$.

3.3. Замыкают устройства коммутации $S1$, $S2$ и измерителем постоянного напряжения $PV2$ измеряют напряжение U_{x1}.

3.4. Размыкают устройства коммутации $S1$ и $S2$ и измерителем постоянного напряжения $PV2$ измеряют напряжение U_{x2}.

4. ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ. МЕТОД 1

4.1. Э. д. с смещения нуля $E_{см}$ определяют по формуле

$$E_{см} = \frac{R_1}{R_1 + R_5} \cdot U_{x1}. \quad (5)$$

4.2. Напряжение смещения нуля $U_{см}$ определяют по формуле

$$U_{см} = \frac{R_1}{R_1 + R_5} \cdot U_{x2}. \quad (6)$$

Разд. 3, 4. **(Измененная редакция, Изм. № 1).**

5. ПОКАЗАТЕЛИ ТОЧНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ. МЕТОД 1

5.1. Показатели точности измерений напряжения и э.д.с. смещения нуля должны соответствовать установленным в стандартах

или технических условиях на ОУ или КН конкретных типов.

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

$$\delta = \pm 2{,}97 \sqrt{2\left(\frac{R_5}{R_1+R_5}\right)^2 \cdot \sigma_R^2 + \left(\frac{\delta_{PV2}}{1{,}73}\right)^2 + \sum_{i=1}^{7}\left(a_i \cdot \frac{\delta_i}{K_i}\right)^2}, \qquad (7)$$

$$\sigma_R^2 = \left(\frac{\delta_R}{1{,}73}\right)^2, \qquad (8)$$

где δ_R — допустимое отклонение сопротивления резисторов $R1$ и $R5$;

δ_{PV2} — погрешность измерителя $PV2$;

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

δ_2 — погрешность сигнала на выходе проверяемого ОУ или КН от наличия разности э. д. с в трактах передачи сигнала низкого уровня;

δ_3 — погрешность сигнала на выходе проверяемого ОУ или КН от наличия эквивалентного выходного напряжения шумов проверяемого ОУ или КН;

δ_4 — погрешность установления и поддержания температуры окружающей среды;

δ_5 — погрешность выделения произведений $I_{вх1} \cdot R_3$ и $I_{вх2} \cdot R_4$ при измерении параметра $U_{см}$, определяют по формуле (9) или погрешность выделения произведений $I_{вх1} \cdot R_1$ и $I_{вх1} \cdot R_2$ при измерении параметра $E_{см}$, определяют по формуле (10)

$$\delta_5 = \pm \frac{|R_3 - R_4|\, I_{вх,max}}{|U_{см,min}|}, \qquad (9)$$

$$\delta_5 = \pm \frac{|R_1 - R_2|\, I_{вх,max}}{|E_{см,max}|}, \qquad (10)$$

где $I_{вх,max}$ — максимальное значение среднего входного тока проверяемого ОУ или КН;

δ_6 — погрешность сигнала на выходе ВУБ от наличия напряжения смещения ВУБ;

δ_7 — погрешность суммирования сигналов на входе ВУБ определяют по формуле

$$\delta_7 = \pm \frac{|R_6 - R_7|_{max}}{R_6}; \qquad (11)$$

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

a_2 — коэффициент влияния разности э. д. с в трактах передачи сигнала низкого уровня на измеряемый параметр,

a_3 — коэффициент влияния эффективного выходного напряжения шумов проверяемого ОУ или КН на измеряемый параметр;

a_4 — коэффициент влияния температуры окружающей среды на измеряемый параметр;

a_5 — коэффициент влияния погрешности произведений $I_{вх1} \times \times R_3$ и $I_{вх2} \cdot R_4$ или $I_{вх1} \cdot R_1$ и $I_{вх2} \cdot R_2$ измеряемый параметр;

a_6 — коэффициент влияния напряжения смещения ВУБ на измеряемый параметр;

a_7 — коэффициент влияния погрешности суммирования сигналов на входе ВУБ на измеряемый параметр.

От K_1 до K_7 — предельные коэффициенты, зависящие от закона распределения соответствующей погрешности от δ_1 до δ_7. $K_1 = K_2 = K_3 = K_4 = K_5 = K_6 = K_7 = 1{,}73$; $K_3 = 3$.

(Измененная редакция, Изм. № 1, 2).

6. МЕТОД 2*

6.1. Принцип и условия измерения

6.1.1. Метод основан на компенсации напряжения или э. д. с. смещения нуля ОУ или КН, включенных по схеме с отрицательной обратной связью по напряжению с помощью устройства выборки и хранения с последующим измерением напряжения компенсации и вычислением напряжения или э. д. с. смещения нуля.

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

6.2. Аппаратура

6.2.1. Измерения следует проводить на установке, электрическая структурная схема которой приведена на черт. 3.

6.2.2. Источники постоянного напряжения $G1$, $G2$ и измеритель $PV2$ должны соответствовать требованиям пп. 2.3 и 2.5.

6.2.3. Сопротивления резисторов $R1$ и $R2$ выбирают из условий (12) и (13)

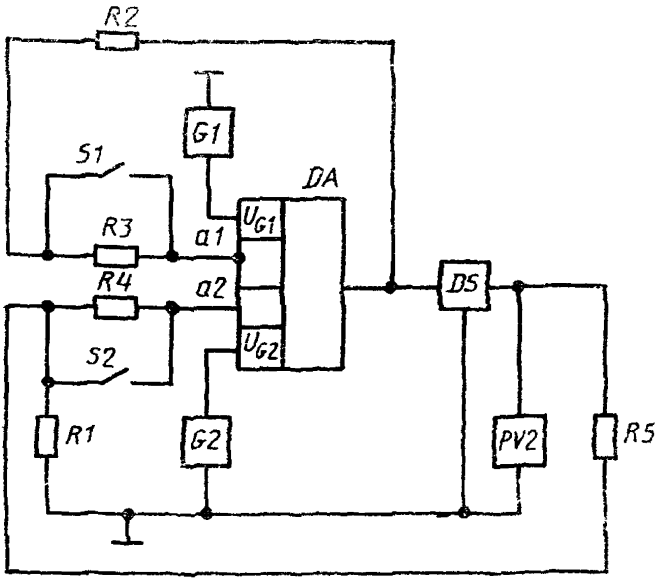
$$\Delta I_{вх,max} \cdot R_1 \leqslant 0{,}01 E_{см,min}, \quad (12)$$

$$R_1 = R_2, \quad (13)$$

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

$E_{см,min}$ — минимальное значение э. д. с. смещения нуля проверяемого ОУ или КН.

* Применяют для измерения микросхем на установках, разработанных до 01.01.82.



DA — проверяемый КН или ОУ, *G1* и *G2* — источники постоянного напряжения; *DS* — устройство выборки и хранения; *PV2* — измеритель постоянного напряжения; *R1, R5* — резисторы делителя напряжения *DS*; *R2, R3, R4* — резисторы, *a1* — инвертирующий вход; *a2* — неинвертирующий вход; *S1* и *S2* — устройства коммутации

Черт. 3

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

6.2.4. Сопротивления резисторов $R3$ и $R4$ выбирают из условий (14) и (15)

$$R_3 = R_r - R_2, \tag{14}$$

$$R_4 = R_3, \tag{15}$$

где R_r — эквивалентное сопротивление источника сигнала, установленное в стандартах или технических условиях на ОУ или КН конкретных типов.

Допустимое отклонение сопротивления резисторов $R3$ и $R4$ должно быть в пределах ± 5 %.

6.2.5. Сопротивление резистора $R5$ выбирают из условий (16) и (17)

$$\frac{R_1}{R_1+R_5} > \frac{B}{|U_{DS,max}|}, \tag{16}$$

$$B = |E_{см,max}| + \frac{|U_0|}{K_{y,U,min}}, \tag{17}$$

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

$E_{см,\max}$ — максимальное значение э. д. с. смещения нуля 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;

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

Допустимое отклонение сопротивления резистора $R5$ должно быть в пределах ± 0,5 %.

6.2.6. 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

$$|U_{DS,\max}| \geqslant B \cdot \frac{R_1+R_5}{R_1} \qquad (18)$$

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

$$|\Delta U_{DS}| \leqslant 0{,}001 \cdot \frac{R_1+R_5}{R_1} \cdot |U|, \qquad (19)$$

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

U — напряжение или э. д. с. смещения нуля проверяемого ОУ или КН.

6.2.7. Значения разности э. д. с. трактов: $a1$ — место соединения резисторов $R2$, $R3$ и $a2$ — общий провод — должны соответствовать условию

$$E_s \leqslant 0{,}02|E_{см,\min}|, \qquad (20)$$

где E_s — разность э. д. с. трактов.

6.2.8. Измерительные приборы и элементы, указанные в электрической структурной схеме (черт. 3), допускается устанавливать в других местах и заменять другими устройствами, обеспечивающими режимы и точность измерения, указанные в настоящем стандарте.

6.3. Подготовка и проведение измерений

6.3.1. Подключают ОУ или КН к измерительной установке.

6.3.2. Подают напряжение на ОУ или КН от источников постоянного напряжения $G1$ и $G2$.

6.3.3. Компенсируют устройством DS напряжение на выходе проверяемого ОУ или КН до значения покоя, для чего устройство включают в режим выборки

6.3.4. Переводят устройство DS в режим хранения.

6.3.5. Измеряют напряжение U_{x1} на выходе устройства DS измерителем постоянного напряжения $PV2$.

6.3.6. Переводят устройство DS в режим выборки.

6.3.7. Замыкают устройства коммутации $S1$ и $S2$.

6.3.8. Переводят устройство DS в режим хранения.

6.3.9. Измеряют напряжение U_{x2} на выходе устройства DS измерителем постоянного напряжения $PV2$.

6.4. Обработка результатов

6.4.1. Э. д. с. смещения нуля $E_{см}$ определяют по формуле

$$E_{см} = \frac{R_1}{R_1+R_5} \cdot U_{x1}. \qquad (21)$$

6.4.2. Напряжение смещения нуля $U_{см}$ определяют по формуле

$$U_{см} = \frac{R_1}{R_1+R_5} \cdot U_{x2}. \qquad (22)$$

6.5. Показатели точности измерений

6.1—6.5. **(Введены дополнительно, Изм. № 1).**

6.5.1. Показатели точности измерений напряжений э. д. с. и смещения нуля 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

$$\delta = \pm 2{,}97 \sqrt{2\left(\frac{R_5}{R_1+R_5}\right)^2 \cdot \sigma_R^2 + \left(\frac{\delta_{PV2}}{1{,}73}\right)^2 + \sum_{i=1}^{5}\left(a_i \frac{\delta_i}{K_i}\right)^2}, \qquad (23)$$

$$\sigma_R^2 = \left(\frac{\delta_R}{1{,}73}\right)^2, \qquad (24)$$

где δ_R — допустимое отклонение сопротивления резисторов $R1$ и $R5$;

δ_{PV2} — погрешность измерения $PV2$;

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

δ_2 — погрешность сигнала на выходе проверяемого ОУ или КН от наличия разности э. д. с. в трактах передачи сигнала низкого уровня;

δ_3 — погрешность сигнала на выходе проверяемого ОУ или КН от наличия эквивалентного выходного напряжения шумов проверяемого ОУ или КН;

δ_4 — погрешность установления и поддержания температуры окружающей среды;

δ_5 — погрешность выделения произведений $I_{вх1} \cdot R_3$ и $I_{вх3} \cdot R_4$ при измерении параметра $U_{см}$, определяют по формуле (25) или погрешность выделения произведений $I_{вх1} \cdot R_1$

и $I_{вх2} \cdot R_2$ при измерении параметра $E_{см}$, определяют по формуле (26)

$$\delta_5 = \pm \frac{|R_3 - R_4|\ I_{вх,max}}{|U_{см,min}|}, \qquad (25)$$

$$\delta_5 = \pm \frac{|R_1 - R_2|\ I_{вх,max}}{|E_{см,min}|}, \qquad (26)$$

где $I_{вх,max}$ — максимальное значение среднего входного тока проверяемого ОУ или КН;

δ_6 — погрешность установления и поддержания напряжения покоя на выходе проверяемого ОУ или КН;

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

a_2 — коэффициент влияния разности э. д. с в трактах передачи сигнала низкого уровня на измеряемый параметр;

a_3 — коэффициент влияния эффективного выходного напряжения шумов проверяемого ОУ или КН на измеряемый параметр;

a_4 — коэффициент влияния температуры окружающей среды на измеряемый параметр;

a_5 — коэффициент влияния погрешностей произведений $I_{вх} \cdot R_3$ и $I_{вх2} \cdot R_4$ или $I_{вх1} \cdot R_1$ и $I_{вх2} \cdot R_2$ на измеряемый параметр;

a_6 — коэффициент влияния измерения напряжения покоя на выходе измеряемого ОУ или КН на измеряемый параметр.

От K_1 до K_6 — предельные коэффициенты, зависящие от закона распределения соответствующей погрешности от δ_1 до δ_6

$$K_1 = K_2 = K_3 = K_4 = K_6 = 1{,}73,$$
$$K_5 = 3.$$

(Измененная редакция, Изм. № 1, 2).

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
Справочное

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ДАННЫЕ О СООТВЕТСТВИИ ГОСТ 23089.3—83 СТ СЭВ 3411—81

ГОСТ 23089 3—83 соответствует п 1 3 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 напряжения смещения нуля

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)