

МИКРОСХЕМЫ ИНТЕГРАЛЬНЫЕ

Метод измерения коэффициента влияния неустойчивости источников питания на напряжение и э. д. с. смещения нуля операционных усилителей

Integrated circuits. Method of measuring the power sources instability effect on the operational amplifiers zero drift voltage and emf

ГОСТ**23089.7—83**

ОКП 62 3100

Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 9 сентября 1983 г. № 4165 срок действия установлен

с 01.01.84

Проверен в 1988 г. Постановлением Госстандарта СССР от 28.06.88 № 2430 срок действия продлен

до 01.01.94

Настоящий стандарт распространяется на операционные усилители (ОУ) и устанавливает метод измерения коэффициента влияния неустойчивости источников питания на напряжение и э. д. с. смещения нуля $K_{эл, н. в.}$.

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

Стандарт соответствует СТ СЭВ 3411—81 в части метода измерения коэффициента влияния неустойчивости источников питания (см. приложение 1).

1. ПРИНЦИП И УСЛОВИЯ ИЗМЕРЕНИЯ

1.1. Метод основан на изменении напряжения одного из источников питания или обоих источников питания одновременно и измерении приращения напряжения на выходе вспомогательного устройства балансировки (ВУБ) с последующим вычислением коэффициента влияния неустойчивости источников питания ОУ.

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

Издание официальное

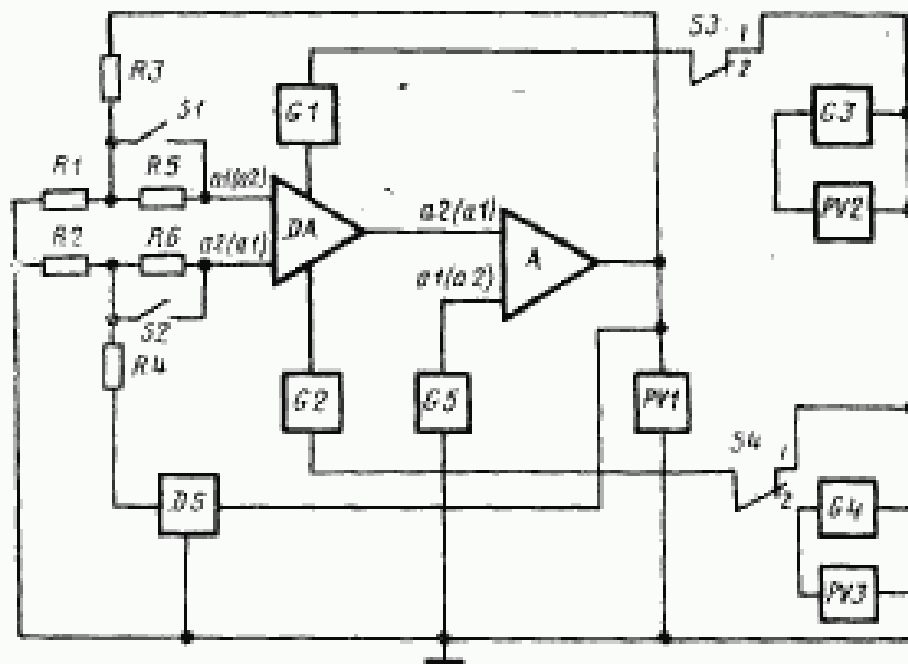
★

Переиздание. Май 1991 г.

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

2. АППАРАТУРА

2.1. Электрическая структурная схема измерительной установки приведена на чертеже.



DA — проверяемый ОУ; G1, G2, G3, G4, G5 — источники постоянного напряжения; DS — устройство выборки и хранения; PV1, PV2, PV3 — измерители постоянного напряжения; R1, R2, R3, R4, R5, R6 — резисторы измерительной схемы; a1 — инвертирующий вход; a2 — неинвертирующий вход; S1, S2, S3, S4 — коммутирующие устройства; A — вспомогательное устройство балансировки (ВУБ)

2.2. Источники постоянного напряжения G1 и G2 должны обеспечивать установку и поддержание напряжений питания U_n^+ и U_n^- , установленных в стандартах или технических условиях на ОУ конкретных типов, с погрешностью в пределах $\pm 1\%$.

2.3. Источники постоянного напряжения G3 и G4 должны обеспечивать установку и поддержание на время измерения напряжений ΔU_n^+ и ΔU_n^- , установленных в стандартах или технических условиях на ОУ конкретных типов с такой точностью, чтобы разность $|\Delta U_n^+ - \Delta U_n^-|$ за время измерения не изменялась бы более чем на $\pm 1\%$.

2.4. Источник постоянного напряжения G5 должен обеспечивать установку и поддержание на время измерения напряжения $U_{вых}$ на выходе проверяемого ОУ, установленного в стандартах или технических условиях на ОУ конкретных типов, с погрешностью в пределах $\pm 1\%$. Источник постоянного напряжения G5 исключают из схемы измерительной установки, если в стандартах или технических условиях на ОУ не установлены конкретные требования к выходному напряжению проверяемого ОУ. При этом вход ВУБ, подключенный к G5, необходимо заземлить.

2.5. Измерители $PV1$, $PV2$ и $PV3$ должны обеспечивать измерения напряжений U_{x1} , U_{x2} ; $\Delta U'_n$, $\Delta U''_n$ с такой точностью, при которой погрешность определения разности напряжений $|U_{x1} - U_{x2}|$ и $|\Delta U'_n - \Delta U''_n|$ должна быть в пределах $\pm 2\%$, где U_{x1} и U_{x2} — выходные напряжения проверяемого ОУ для первого и второго измерений соответственно.

2.6. Значение сопротивления резистора $R_1 = R_2$ следует выбирать из условия

$$100R_{n, \max} < R_1 < 0,0005R_{вх}, \quad (1)$$

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

$R_{вх}$ — входное дифференциальное сопротивление проверяемых ОУ.

Допустимые отклонения сопротивлений резисторов $R1$ и $R2$ должны быть в пределах $\pm 0,5\%$.

2.7. Значение сопротивления резистора $R_3 = R_4$ следует выбирать из условия

$$\frac{R_1 + R_3}{R_1} \cdot |U_{см, \max} + \Delta U_n + K_{вт, н, л, \max}| + R_3 |\Delta I_{вх, \max}| < |U'_{вых, \max}|, \quad (2)$$

где $U_{см, \max}$ — максимальное значение напряжения (э. д. с.) смещения нуля ОУ;

ΔU_n — значение изменения напряжения питания;

$K_{вт, н, л, \max}$ — максимальное значение коэффициента влияния нестабильности источников питания ОУ;

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

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

Если совместно с условием (2) выполняется условие

$$|U_{см, \max}| + \frac{R_1 \cdot R_3}{R_1 + R_3} \cdot |\Delta I_{вх, \max}| < 10 |\Delta U_n \cdot K_{вт, н, л, \max}|, \quad (3)$$

то устройство DS из схемы измерительной установки исключают.

При наличии устройства DS дополнительно уточняют значение сопротивления резистора $R_3 = R_4$ исходя из условия

$$\frac{R_1 + R_3}{R_1} \cdot |\Delta U_{см} + \Delta U_n \cdot K_{вт, н, л, \max}| + R_3 |\Delta I_{вх, \max}| < |U'_{вых, \max}|, \quad (4)$$

где $\Delta U_{см}$ — нескомпенсированный остаток напряжения (э. д. с.) смещения нуля ОУ.

Допустимые отклонения сопротивлений резисторов $R3$ и $R4$ должны быть в пределах $\pm 0,5\%$.

2.8. Значение сопротивления резистора $R_5 = R_6$ указывают в стандартах или технических условиях на ОУ конкретных типов. Допустимые отклонения сопротивлений резисторов R_5 и R_6 должны быть в пределах $\pm 0,5\%$.

Дополнительно устанавливают требование к допустимому неравенству сопротивлений резисторов R_5 и R_6

$$|R_5 - R_6| \leq 0,01 \cdot \frac{\Delta U_{\text{п}} \cdot K_{\text{вт,н,п,м,пн}}}{\Delta I_{\text{вх,ср}}}, \quad (5)$$

где $\Delta I_{\text{вх,ср}}$ — изменение среднего входного тока ОУ при изменении напряжения питания на $\Delta U_{\text{п}}$.

$K_{\text{вт,н,п,м,пн}}$ — минимальное значение коэффициента влияния нестабильности источников питания на напряжение (э. д. с.) смещения нуля.

2.9. Устройство выборки и хранения DS должно обеспечивать компенсацию напряжения (э. д. с.) смещения нуля проверяемого ОУ и хранение напряжения выборки за время измерения. Дрейф выходного напряжения устройства DS не должен превышать

$$\Delta U_{DS} \leq 0,01 \cdot \frac{R_3 + R_4}{R_2} \cdot K_{\text{вт,н,п,м,пн}} \cdot |\Delta U_{\text{п}}' - \Delta U_{\text{п}}''|, \quad (6)$$

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

$\Delta U_{\text{п}}' - \Delta U_{\text{п}}''$ — абсолютное значение изменения напряжения питания ОУ.

Выходное сопротивление устройства DS должно удовлетворять условию

$$R_{\text{вых,DS}} \leq 0,01 R_4, \quad (7)$$

где $R_{\text{вых,DS}}$ — выходное сопротивление устройства DS .

2.10. Коэффициент усиления ВУБ выбирают из условия

$$K'_{y,U} \geq \frac{R_1 + R_3}{R_1} \cdot \frac{100}{K_{y,U,\text{min}}}, \quad (8)$$

где $K'_{y,U}$ — коэффициент усиления ВУБ с введенной отрицательной связью. Коэффициент усиления ВУБ при разомкнутой обратной связи должен быть более 60 дБ;

$K_{y,U,\text{min}}$ — минимальное значение коэффициента усиления ОУ.

2.11. Измерительные приборы и элементы, указанные в электрической структурной схеме, допускается заменять другими устройствами, выполняющими те же функции и обеспечивающими точность измерений, указанную в настоящем стандарте.

3. ПОДГОТОВКА И ПРОВЕДЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЯ

3.1. Подключают ОУ к измерительной установке.

3.2. Подают напряжения на ОУ от источников постоянного на-

пряжения $G1$ и $G2$ и на ВУБ от источника постоянного напряжения $G5$.

3.3. При измерении коэффициента влияния нестабильности источников питания на напряжение смещения нуля коммутирующие устройства $S1$ и $S2$ разомкнуты, а при измерении коэффициента влияния нестабильности источников питания на э. д. с. смещения нуля замкнуты.

3.4. Компенсируют устройством DS напряжение (э.д.с.) смещения нуля OY , для чего устройство DS (при коммутирующих устройствах $S3$ и $S4$ в положении 1) включают в режим выборки.

3.5. Переводят устройство DS в режим хранения.

3.6. При определении $K_{\text{эл.и.п}}^+$ положительного источника напряжения $G1$ переводят устройство коммутации $S3$ в положение 2.

3.7. От источника постоянного напряжения $G3$ подают положительное напряжение $\Delta U_{\text{н}}^{'+}$.

3.8. Измеряют напряжение $\Delta U_{\text{н}}^{'+}$ измерителем $PV2$.

3.9. Измеряют напряжение U_{x1} на выходе ВУБ измерителем $PV1$.

3.10. От источника постоянного напряжения $G3$ подают отрицательное напряжение $\Delta U_{\text{н}}^{'-}$.

3.11. Измеряют напряжение $\Delta U_{\text{н}}^{'-}$ измерителем $PV2$.

3.12. Измеряют напряжение U_{x2} на выходе ВУБ измерителем $PV1$.

3.13. При определении $K_{\text{эл.и.п}}^-$ отрицательного источника напряжения переводят устройство коммутации $S3$ в положение 1, а $S4$ — в положение 2.

3.14. От источника постоянного напряжения $G4$ подают отрицательное напряжение $\Delta U_{\text{н}}^{'-}$.

3.15. Измеряют напряжение $\Delta U_{\text{н}}^{'-}$ измерителем $PV3$.

3.16. Измеряют напряжение U_{x3} на выходе ВУБ измерителем $PV1$.

3.17. От источника постоянного напряжения $G4$ подают положительное напряжение $\Delta U_{\text{н}}^{'+}$.

3.18. Измеряют напряжение $\Delta U_{\text{н}}^{'+}$ измерителем $PV3$.

3.19. Измеряют напряжение U_{x4} на выходе ВУБ измерителем $PV1$.

3.20. Для определения $K_{\text{эл.и.п}}$ при одновременном изменении напряжений источников напряжения $G1$ и $G2$ переводят коммутирующие устройства $S3$ и $S4$ в положение 2.

3.21. От источника постоянного напряжения $G3$ подают положительное напряжение $\Delta U_{\text{н}}^{'+}$, а от источника $G4$ —отрицательное напряжение $\Delta U_{\text{н}}^{'-}$ такого значения, чтобы соблюдалось условие

$$\frac{\Delta U_{\text{н}}^{\prime+}}{\Delta U_{\text{н}}^{\prime-}} = \frac{U_{\text{н}}^+}{U_{\text{н}}^-} \quad (9)$$

3.22. Измеряют напряжения $\Delta U_{\text{н}}^{\prime+}$ и $\Delta U_{\text{н}}^{\prime-}$ измерителями *PV2* и *PV3* соответственно.

3.23. Измеряют напряжение U_{x5} на выходе ВУБ измерителем *PV1*.

3.24. От источника постоянного напряжения *G3* подают отрицательное напряжение $\Delta U_{\text{н}}^{\prime-}$, а от источника *G4* — положительное напряжение $\Delta U_{\text{н}}^{\prime+}$ такого значения, чтобы соблюдалось условие

$$\frac{\Delta U_{\text{н}}^{\prime-}}{\Delta U_{\text{н}}^{\prime+}} = \frac{U_{\text{н}}^+}{U_{\text{н}}^-} \quad (10)$$

3.25. Измеряют напряжения $\Delta U_{\text{н}}^{\prime-}$ и $\Delta U_{\text{н}}^{\prime+}$ измерителями *PV2* и *PV3* соответственно.

3.26. Измеряют напряжение U_{x6} на выходе ВУБ измерителем *PV1*.

Примечание. Выбор вида измерений коэффициента влияния (пп. 3.6—3.19 или пп. 3.20—3.26) — по стандартам и техническим условиям на ОУ конкретных типов.

4. ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ

4.1. Значение коэффициента влияния нестабильности положительного источника питания на напряжение (э. д. с.) смещения нуля ОУ определяют по формуле

$$K_{\text{вл.н.п}}^+ = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \cdot \frac{|U_{x2} - U_{x4}|}{|\Delta U_{\text{н}}^{\prime+} - \Delta U_{\text{н}}^{\prime-}|} \quad (11)$$

4.2. Значение коэффициента влияния нестабильности отрицательного источника питания на напряжение (э. д. с.) смещения нуля ОУ определяют по формуле

$$K_{\text{вл.н.п}}^- = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \cdot \frac{|U_{x2} - U_{x4}|}{|\Delta U_{\text{н}}^{\prime-} - \Delta U_{\text{н}}^{\prime+}|} \quad (12)$$

4.3. Значение коэффициента влияния нестабильности источников питания на напряжение (э. д. с.) смещения нуля ОУ определяют по формуле

$$K_{\text{вл.н.п}} = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \cdot \frac{|U_{x5} - U_{x6}|}{|\Delta U_{\text{н}}^{\prime+} - \Delta U_{\text{н}}^{\prime-} - \Delta U_{\text{н}}^{\prime-} + \Delta U_{\text{н}}^{\prime+}|} \quad (13)$$

5. ПОКАЗАТЕЛИ ТОЧНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ

5.1. Погрешность измерения коэффициента влияния нестабильности источников питания без учета теплового и временного дрейфа, а также шумовых параметров проверяемого ОУ должна быть в пределах $\pm 10\%$ с доверительной вероятностью не менее 0,997.

5.2. Суммарную погрешность измерения коэффициента влияния нестабильности источников питания на напряжение (э. д. с.) смещение нуля указывают в стандартах или технических условиях на ОУ конкретных типов.

5.3. Определение показателей точности измерения приведено в приложении 2.

ПРИЛОЖЕНИЕ F
Справочное

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ДАННЫЕ О СООТВЕТСТВИИ ГОСТ 23089.7—83 СТ СЭВ 3411—81

ГОСТ 23089.7—83 соответствует п. 3.3 СТ СЭВ 3411—81.

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТОЧНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ
КОЭФФИЦИЕНТА ВЛИЯНИЯ НЕСТАБИЛЬНОСТИ ИСТОЧНИКОВ
ПИТАНИЯ НА НАПРЯЖЕНИЕ (э. д. с.) СМЕЩЕНИЯ НУЛЯ**

1. Коэффициент влияния неустойчивости источников питания на напряжение (э. д. с.) смещения нуля определяют из уравнения

$$\begin{aligned} (U_{x1} - U_{x2}) \left[1 + a \cdot K_{y,U} \cdot K'_{y,U} \cdot \left(1 - \frac{1}{2K_{oc,cf}} \right) \left(1 + \frac{1}{2K'_{oc,cf}} \right) \right] = \\ = K_{y,U} \cdot K'_{y,U} \cdot K_{вл,я,п} (\Delta U'_n - \Delta U''_n) \left(1 + \frac{1}{2K'_{oc,cf}} \right) \cdot \left[1 + \right. \\ \left. + \frac{\Delta I_{вх,ср}(R_b - R_c)}{\Delta U'_n - \Delta U''_n} \cdot \frac{1}{K_{вл,я,п}} \right], \end{aligned} \quad (1)$$

где $K_{y,U}$; $K'_{y,U}$ — коэффициенты усиления ОУ и ВУБ соответственно;

$K_{oc,cf}$; $K'_{oc,cf}$ — коэффициенты ослабления сифазных входных напряжений ОУ и ВУБ соответственно;

$\Delta I_{вх,ср}$ — изменение среднего значения входного тока ОУ при изменении напряжения источника питания на значение $\Delta U'_n - \Delta U''_n$;

$$a = \frac{R_1}{R_1 + R_3}; \quad (2)$$

$$R_b = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} + R_5; \quad (3)$$

$$R_c = \frac{R_2 \cdot R_4}{R_2 + R_4} + R_6. \quad (4)$$

При соблюдении условий:

$$a \cdot K_{y,U} \cdot K'_{y,U} \gg 1, \quad (5)$$

$$\frac{1}{2K_{oc,cf}} \ll 1, \quad (6)$$

$$\frac{1}{2K'_{oc,cf}} \ll 1, \quad (7)$$

$$\frac{\Delta I_{вх,ср}(R_b - R_c)}{\Delta U'_n - \Delta U''_n} \cdot \frac{1}{K_{вл,я,п}} \ll 1 \quad (8)$$

и с учетом алгебраических значений напряжений получаем формулу (11) настоящего стандарта для определения коэффициента влияния неустойчивости источников питания.

Формулы (12) и (13) настоящего стандарта выводятся аналогично.

2. Составляющие суммарной погрешности измерения

2.1. Погрешность δ_1 , вызванную условием (5), определяют по формуле

$$\delta_1 < \frac{R_1 + R_2}{R_1} \cdot \frac{1}{K_{y,U,\min} \cdot K'_{y,U}}, \quad (9)$$

где $K_{y,U,\min}$ — минимальное значение коэффициента усиления ОУ;

$K'_{y,U}$ — коэффициент усиления ВУБ.

2.2. Погрешность δ_2 , вызванную условием (6), определяют по формуле

$$\delta_2 < \frac{1}{2K_{oc,cf}}, \quad (10)$$

2.3. Погрешность δ_3 , вызванную дрейфом выходного напряжения устройства DS , определяют по формуле

$$\delta_3 < \frac{\Delta U_{DS}}{\Delta U'_n - \Delta U''_n} \cdot \frac{R_2}{R_2 + R_4} \cdot \frac{1}{K_{вл,н,п,\min}}, \quad (11)$$

где ΔU_{DS} — дрейф выходного напряжения устройства DS за время измерения;

$K_{вл,н,п,\min}$ — минимальное значение коэффициента влияния нестабильности источников питания проверяемых ОУ.

2.4. Погрешность δ_4 , вызванную неравенством сопротивлений R_b и R_c , определяют по формуле

$$\delta_4 < \frac{\Delta I_{вх,ср} (R_b - R_c)}{\Delta U'_n - \Delta U''_n} \cdot \frac{1}{K_{вл,н,п,\min}}, \quad (12)$$

где $\Delta I_{вх,ср}$ — изменение среднего значения входного тока ОУ при изменении напряжения питания на $|\Delta U'_n - \Delta U''_n|$.

2.5. Погрешность δ_5 , вызванную отклонением сопротивлений резисторов обратной связи $R1$ и $R3$ от номинального значения определяют по формуле

$$\delta_5 = \delta \left(\frac{R_3}{R_1} \right) < \sqrt{2\delta_R}, \quad (13)$$

где δ_R — относительная погрешность номинальных значений сопротивлений резисторов $R1$ и $R3$.

2.6. Погрешность δ_6 , вызванную конечным значением $K_{oc,cf}$ ОУ, определяют по формуле

$$\delta_6 < \frac{1}{2K_{oc,cf,\min}}, \quad (14)$$

2.7. Погрешность измерения разности напряжений $|U_{x1} - U_{x2}| = \delta_7$ определяют по формуле

$$\delta_7 = \delta |U_{x1} - U_{x2}|. \quad (15)$$

2.8. Погрешность измерения разности напряжений $|\Delta U_n^i - \Delta U_n^r| = \delta_a$ определяют по формуле

$$\delta_a = \delta_i |\Delta U_n^i - \Delta U_n^r|. \quad (16)$$

2.9. Погрешность δ_a , вызванную неточностью установки и поддержания напряжений источников напряжения $G1$ и $G3$ определяют по формуле

$$\delta_a = K \delta U_n, \quad (17)$$

где K — коэффициент влияния неточности установки и поддержания напряжения $G1$ и $G3$;

δU_n — суммарная погрешность установки напряжений источников питания.

2.10. Погрешность δ_{10} , вызванная тепловым и временным дрейфом, оценивают для каждого конкретного типа ОУ.

2.11. Погрешность δ_{11} , вызванную шумовыми параметрами проверяемого ОУ, оценивают статистической обработкой ряда измерений конкретных типов ОУ.

3. Суммарная погрешность

3.1. Суммарная погрешность измерения коэффициента влияния нестабильности источников питания должна быть в интервале, определяемом по формуле

$$\delta_{\Sigma} = \pm |\delta_1| + |\delta_a| + \sqrt{\delta_2^2 + \delta_3^2 + \delta_4^2 + \delta_5^2 + \delta_7^2 + \delta_8^2 + \delta_9^2 + \delta_{10}^2 + \delta_{11}^2}. \quad (18)$$