

**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 3103

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  $K_{вл, и, п}$ .

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 ИЗМЕРЕНИЙ**

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.

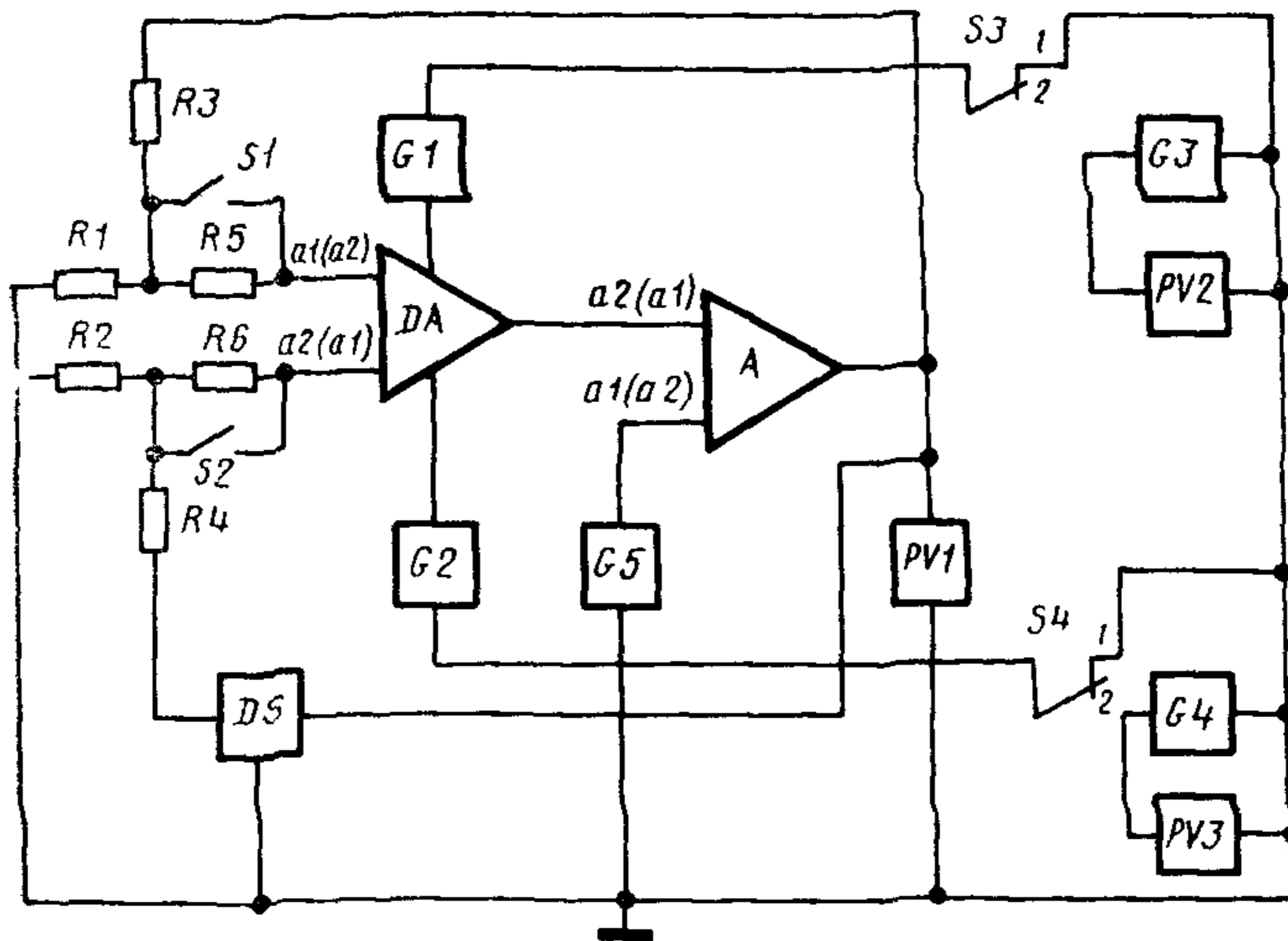
Издание официальное

*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  $U_{\text{п}}^+$  и  $U_{\text{п}}^-$ , 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  $\Delta U_{\text{п}}'$  и  $\Delta U_{\text{п}}''$ , установленных в стандартах или технических условиях на ОУ конкретных типов с такой точностью, чтобы разность  $|\Delta U_{\text{п}}' - \Delta U_{\text{п}}''|$  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  $U_{\text{вых}}$  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 измерение напряжений  $U_{x1}$ ,  $U_{x2}$ ;  $\Delta U_{\Pi}'$ ,  $\Delta U_{\Pi}''$  с такой точностью, при которой погрешность определения разности напряжений  $|U_{x1} - U_{x2}|$  и  $|\Delta U_{\Pi}' - \Delta U_{\Pi}''|$  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

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

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

$R_{\text{вх}}$  — 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

$$\frac{R_1 + R_3}{R_1} \cdot |U_{\text{см, max}} + \Delta U_{\Pi} + K_{\text{вл, и, п, max}}| + R_3 |\Delta I_{\text{вх, max}}| < |U'_{\text{вых, max}}|, \quad (2)$$

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

$\Delta U_{\Pi}$  — значение изменения напряжения питания;

$K_{\text{вл, и, п, max}}$  — максимальное значение коэффициента влияния нестабильности источников питания ОУ;

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

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

Если совместно с условием (2) выполняется условие

$$|U_{\text{см, max}}| + \frac{R_1 R_3}{R_1 + R_3} \cdot |\Delta I_{\text{вх, max}}| < 10 |\Delta U_{\Pi} \cdot K_{\text{вл, и, п, max}}|, \quad (3)$$

то устройство  $DS$  из схемы измерительной установки исключают.

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

$$\frac{R_1 + R_3}{R_1} \cdot |\Delta U_{\text{см}} + \Delta U_{\Pi} \cdot K_{\text{вл, и, п, max}}| + R_3 |\Delta I_{\text{вх, max}}| < |U'_{\text{вых, max}}|, \quad (4)$$

где  $\Delta U_{\text{см}}$  — 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  $R_6$

$$|R_5 - R_6| \leq 0,01 \cdot \frac{\Delta U_{\text{п}} \cdot K_{\text{вл, и, п, мин}}}{\Delta I_{\text{вх, ср}}}, \quad (5)$$

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

$K_{\text{вл, и, п, мин}}$  — 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

$$\Delta U_{DS} \leq 0,01 \cdot \frac{R_7 + R_4}{R_2} \cdot K_{\text{вл, и, п, мин}} \cdot |\Delta U'_{\text{п}} - \Delta U''_{\text{п}}|, \quad (6)$$

где  $\Delta U_{DS}$  — 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

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

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

$K_{y, U, \text{мин}}$  — 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 ИЗМЕРЕНИЙ

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  $K_{в\Gamma и,п}^+$  положительного источника напряжения  $G1$  переводят устройство коммутации  $S3$  в положение 2.

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

3.8. Измеряют напряжение  $\Delta U_{п}^+$  измерителем  $PV2$ .

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

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

3.11. Измеряют напряжение  $\Delta U_{п}^-$  измерителем  $PV2$ .

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

3.13. При определении  $K_{в\Gamma и,п}^-$  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  $\Delta U_{п}''^-$ .

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

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

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

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

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

3.20. Для определения  $K_{в\Gamma и,п}$  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  $\Delta U_{п}^+$ , а от источника  $G4$ —отрицательное напряжение  $\Delta U_{п}''^-$  такого значения, чтобы соблюдалось условие

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

3.22. Измеряют напряжения  $\Delta U_{\Pi}^{\prime+}$  и  $\Delta U_{\Pi}^{\prime-}$  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  $\Delta U_{\Pi}^{\prime-}$ , а от источника *G4* — положительное напряжение  $\Delta U_{\Pi}^{\prime+}$  такого значения, чтобы соблюдалось условие

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

3.25. Измеряют напряжения  $\Delta U_{\Pi}^{\prime-}$  и  $\Delta U_{\Pi}^{\prime+}$  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

$$K_{\text{вл,и,п}}^+ = \frac{R_1}{R_1 + R_3} \cdot \frac{|U_{x1} - U_{x2}|}{|\Delta U_{\Pi}^{\prime+} - \Delta U_{\Pi}^{\prime-}|} . \quad (11)$$

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

$$K_{\text{вл,и,п}}^- = \frac{R_1}{R_1 + R_3} \cdot \frac{|U_{x3} - U_{x4}|}{|\Delta U_{\Pi}^{\prime-} - \Delta U_{\Pi}^{\prime+}|} . \quad (12)$$

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

$$K_{\text{вл,и,п}} = \frac{R_1}{R_1 + R_3} \cdot \frac{|U_{x5} - U_{x6}|}{|\Delta U_{\Pi}^{\prime+} - \Delta U_{\Pi}^{\prime-} - \Delta U_{\Pi}^{\prime-} + \Delta U_{\Pi}^{\prime+}|} . \quad (13)$$

## 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 1*  
*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

$$(U_{x1} - U_{x2}) \left[ 1 + a K_{y,U} K'_{y,U} \left( 1 - \frac{1}{2K_{ос,сф}} \right) \left( 1 + \frac{1}{2K'_{ос,сф}} \right) \right] =$$

$$= K_{y,U} K'_{y,U} K_{вл,и,п} (\Delta U'_п - \Delta U''_п) \left( 1 + \frac{1}{2K'_{ос,сф}} \right) \left[ 1 + \right.$$

$$\left. + \frac{\Delta I_{вх,ср}(R_b - R_c)}{\Delta U'_п - \Delta U''_п} \cdot \frac{1}{K_{вл,и,п}} \right], \quad (1)$$

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

$K_{ос,сф}$ ;  $K'_{ос,сф}$  — коэффициенты ослабления сдвиганных входных напряжений ОУ и ВУБ соответственно;

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

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

$$R_b = \frac{R_1 R_3}{R_1 + R_3} + R_5; \quad (3)$$

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

При соблюдении условий:

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

$$\frac{1}{2K_{ос,сф}} \ll 1, \quad (6)$$

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

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

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  $\delta_1$ , вызванную условием (5), определяют по формуле

$$\delta_1 \leq \frac{R_1 + R_3}{R_1} \cdot \frac{1}{K_{y,U,\min} \cdot K'_{y,U}}, \quad (9)$$

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

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

2.2 Погрешность  $\delta_2$ , вызванную условием (6), определяют по формуле

$$\delta_2 \leq \frac{1}{2K'_{oc,сф}}. \quad (10)$$

2.3 Погрешность  $\delta_3$ , вызванную дрейфом выходного напряжения устройства  $DS$ , определяют по формуле

$$\delta_3 \leq \frac{\Delta U_{DS}}{\Delta U'_\Pi - \Delta U''_\Pi} \cdot \frac{R_2}{R_2 + R_4} \cdot \frac{1}{K_{вл,и,п,\min}}, \quad (11)$$

где  $\Delta U_{DS}$  — дрейф выходного напряжения устройства  $DS$  за время измерения;

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

2.4 Погрешность  $\delta_4$ , вызванную неравенством сопротивлений  $R_b$  и  $R_c$ , определяют по формуле

$$\delta_4 \leq \frac{\Delta I_{вх,ср} (R_b - R_c)}{\Delta U'_\Pi - \Delta U''_\Pi} \cdot \frac{1}{K_{вл,и,п,\min}}. \quad (12)$$

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

2.2 Погрешность  $\delta_5$ , вызванную отклонением сопротивлений резисторов обратной связи  $R1$  и  $R3$  от номинального значения определяют по формуле

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

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

2.6. Погрешность  $\delta_6$ , вызванную конечным значением  $K_{oc,сф}$  ОУ, определяют по формуле

$$\delta_6 \leq \frac{1}{2K_{oc,сф,\min}}. \quad (14)$$

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  $|\Delta U_{\Pi}' - \Delta U_{\Pi}''| - \delta_8$  определяют по формуле

$$\delta_8 = \delta |\Delta U_{\Pi}' - \Delta U_{\Pi}''|. \quad (16)$$

2.9. Погрешность  $\delta_9$ , вызванную неточностью установки и поддержания напряжений источников напряжения  $G1$  и  $G3$  определяют по формуле

$$\delta_9 = K \delta U_{\Pi}, \quad (17)$$

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

$\delta U_{\Pi}$  — суммарная погрешность установки напряжений источников питания.

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

2.11. Погрешность  $\delta_{11}$ , 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

$$\delta_{\Sigma} = \pm |\delta_1| + |\delta_6| + \sqrt{\delta_2^2 + \delta_3^2 + \delta_4^2 + \delta_5^2 + \delta_7^2 + \delta_8^2 + \delta_9^2 + \delta_{10}^2 + \delta_{11}^2}. \quad (18)$$