УДК 621 3 049 77 083:006 354 Группа Э29

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ СОЮЗА ССР

МИКРОСХЕМЫ ИНТЕГРАЛЬНЫЕ

Метод измерения максимальной скорости и времени нарастания выходного напряжения операционных усилителей

Integrated circuits Method of measuring the operational amplifiers output voltage maximum build-up rate and time

ГОСТ 23089 10—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 № 2431 срок действия продлен

до 01 01 94

Настоящий стандарт распространяется на операционные усилители (ОУ) и устанавливает метод измерения максимальной скорости $v_{U_{вых}}$ и времени нарастания выходного напряжения $t_{нар}$

Общие требования к измерению и требования безопасности — по ГОСТ 23089 0—78.

Стандарт соответствует СТ СЭВ 3411—81 в части метода измерения максимальной скорости и времени нарастания выходного напряжения (см. справочное приложение 1)

1 ПРИНЦИП И УСЛОВИЯ ИЗМЕРЕНИЯ

1.1. Метод основан на определении отношения разности напряжений между уровнями 0,1 $U_{вых}$ и 0,9 $U_{вых}$ ко времени нарастания выходного напряжения ОУ

1 2 Измерение $t_{нар}$ проводят на фронте выходного импульса ОУ при подаче на вход как положительного, так и отрицательного прямоугольного импульса при инвертирующем или неинвертирующем включении ОУ

Издание официальное

★

Переиздание Декабрь 1991 г

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

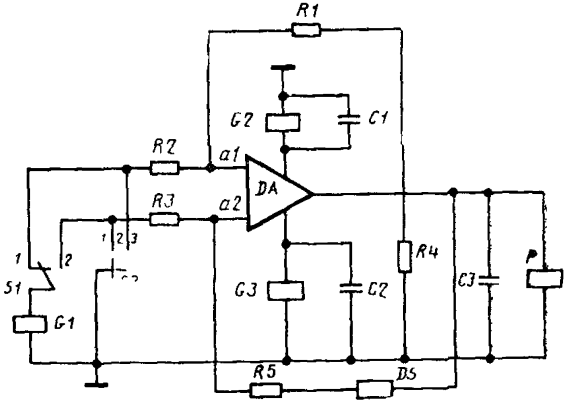
gost.e-ecolog.ru

1.3. Коэффициент усиления ОУ, включенного в схему с отрицательной обратной связью, $K_{у,U,ос}$, при котором измеряют $v_{U_{вых}}$ и $t_{нар}$, должен быть в пределах 1—10 и указан в стандартах или технических условиях на ОУ конкретных типов.

1.4. Электрический режим (напряжения питания — $U_п$, сопротивление и емкость нагрузки — $R_н$ и $C_н$) и условия измерения должны соответствовать установленным в стандартах или технических условиях на ОУ конкретных типов.

2. АППАРАТУРА

2.1. Электрическая структурная схема измерительной установки приведена на чертеже.



DA — проверяемый ОУ; *G1* — генератор прямоугольных импульсов; *G2* и *G3* — источники постоянного напряжения, *P* — измеритель; *DS* — устройство выборки и хранения; *R1*, *R2*, *R3*, *R5* — резисторы делителей напряжения; *R4* — резистор нагрузки ОУ, *C1* и *C2* — шунтирующие конденсаторы; *C3* — конденсатор нагрузки ОУ, *S1* и *S2* — устройства коммутации, *a1* — инвертирующий вход; *a2* — неинвертирующий вход Элементы цепей коррекции не указаны

2.2. Генератор *G1* должен обеспечить установку и поддержание следующих параметров прямоугольных положительных и отрицательных импульсов.

2.2.1. Амплитуда импульсов должна обеспечивать получение на выходе ОУ максимальных выходных напряжений $U^{+}_{вых,\ max}$ и $U^{-}_{вых,\ max}$, установленных в стандартах или технических условиях на ОУ, при этом ОУ должен работать в линейном режиме.

Погрешность установки амплитуды импульсов должна быть в пределах ±5 %.

2.2.2. Длительность фронта τ_1 должна удовлетворять условию

$$\tau_1 \leqslant \frac{t_{нар}}{3} . \quad (1)$$

2.2 3 Длительность импульсов τ_2 должна удовлетворять условию

$$\tau_2 \geqslant 5t_{нар} \quad (2)$$

2 2.4. Выбросы на импульсах должны быть в пределах ±5 % амплитуды импульсов.

2.2.5. Частота следования импульсов f должна удовлетворять условию

$$f \leqslant \frac{1}{2\tau_2} \quad (3)$$

2.2.6. Значения перечисленных параметров генератора должны быть указаны в стандартах или технических условиях на ОУ конкретных типов

2.3. Источники постоянного напряжения *G2* и *G3* должны обеспечивать установку и поддержание напряжений питания, установленных в стандартах или технических условиях на ОУ конкретных типов, с погрешностью в пределах ± 2 %.

2.4. Измеритель *P* должен обеспечивать измерение времени нарастания $t_{нар}$ положительного и отрицательного выходных напряжений ОУ между заданными уровнями 0,1 $U_{вых}$ и 0,9 $U_{вых}$ с погрешностями по напряжению δ_U и по времени δ_t в пределах ±5 % с доверительной вероятностью 0,997.

2 5. Устройство выборки и хранения *DS* и резистор *R5* должны обеспечивать балансировку ОУ с погрешностью, указанной в стандартах или технических условиях на ОУ конкретных типов.

Устройство *DS* и резистор *R5* исключают из электрической структурной схемы измерительной установки, если напряжение смещения нуля $U_{см}$ на входе ОУ составляет 0,1 % выходного напряжения ОУ

$$U_{см} \cdot K_{у.U.ос} \leqslant 1\ \%\ U_{вых}. \quad (4)$$

2,6. Сопротивления резисторов *R1*, *R2* и *R3* при инверсном включении ОУ должны быть выбраны из следующих условий.

2 6 1. Для сопротивления резистора *R2*

$$R_2 > 10R_{вых.G1}, \quad (5)$$

где $R_{вых.\,G1}$ — выходное сопротивление генератора *G1*.

При этом сопротивление резистора *R2* следует выбирать так, чтобы постоянная времени входной цепи ОУ $\tau_{вх}$ была на порядок меньше времени нарастания ОУ:

$$\tau_{вх} < 0{,}1 t_{нар}, \tag{6}$$

$$\tau_{вх} = \frac{R_2}{2} \cdot C_{в}, \tag{7}$$

$$C_{вх} = C_{вх, DA} + C_{п1}, \tag{8}$$

где $C_{вх, DA}$ — входная емкость проверяемого ОУ;

$C_{п1}$ — паразитная емкость монтажа входной цепи ОУ.

2.6.2. Для сопротивления резистора *R1*:

$$R_1 = K_{у, U, oc}(R_2 + R_{вых, G1}). \tag{9}$$

2 6.3 Для сопротивления резистора *R3*:

$$R_3 = \frac{R_1 \cdot (R_2 + R_{вых, G1})}{R_1 + (R_2 + R_{вых, G1})}. \tag{10}$$

2.7. Сопротивления резисторов *R1*, *R2*, *R3* и *R4* при неинверсном включении ОУ с коэффициентом $K_{у, U, oc} > 1$ должны быть выбраны из следующих условий.

2.7.1. Для сопротивления резистора *R3*:

$$R_3 > 10 R_{вых, G1} \tag{11}$$

При этом сопротивление резистора *R3* следует выбирать так, чтобы постоянная времени входной цепи ОУ $\tau_{вх}$ была на порядок меньше времени нарастания ОУ [см. формулу (6)],

$$\tau_{вх} = R_3 \cdot C_{вх}. \tag{12}$$

2.7.2. Для сопротивлений резисторов *R1*, *R2*, *R4*:

$$R_2 = \frac{R_1}{K_{у, U, oc} - 1}, \tag{13}$$

$$R_3 + R_{вых, G1} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}, \tag{14}$$

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

Сопротивление нагрузки $R_н$ равно сопротивлению параллельного соединения резисторов *R1*, *R4*, $R_{вх, P}$, $R_{вх, DS}$, где $R_{вх, P}$ — входное сопротивление измерителя *P*.

2 8. Сопротивления резисторов *R1* и *R3* при неинверсном включении ОУ с коэффициентом $K_{у, U, oc} = 1$ должны быть равны нулю, а резисторы *R2*, *R5* и устройство выборки и хранения *DS* исключены.

Сопротивление резистора *R4* следует выбирать из условия

$$\frac{R_4 \cdot R_{вх, P}}{R_4 + R_{вх, P}} = R_н. \tag{15}$$

2.9 Сопротивления резисторов *R1*—*R4* должны быть указаны в стандартах или технических условиях на ОУ конкретных типов.

Допустимые отклонения сопротивлений резисторов *R1—R4* должны быть в пределах ±0,5 %.

2.10. Сопротивление резистора *R5* следует выбирать из условия

$$R_5 > 100R_5. \qquad (16)$$

2.11. Емкости конденсаторов *C1* и *C2* должны обеспечивать на питающих выводах ОУ пульсацию напряжений не более значений, указанных в стандартах или технических условиях на ОУ конкретных типов, во всей полосе пропускания ОУ.

2.12. Емкость конденсатора *C3* следует выбирать из условия

$$C_3 = C_н - C_{п2} - C_{вх,P} - C_{вх,DS}\ , \qquad (17)$$

где $C_{п2}$ — паразитная емкость монтажа выходной цепи ОУ;

$C_{вх,\,P}$ — входная емкость измерителя *P* с учетом емкости соединительного кабеля;

$C_{вх,\,DS}$ — входная емкость устройства выборки и хранения *DS*.

Допустимое отклонение емкости конденсатора *C3* должно быть в пределах ±2 %.

2.13. Значения сопротивлений резисторов и емкостей конденсаторов цепей фазо-частотной коррекции ОУ должны быть указаны в стандартах или технических условиях на ОУ конкретных типов.

3. ПОДГОТОВКА И ПРОВЕДЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ

3.1. Подключают ОУ к измерительной установке.

3.1.1. Устанавливают переключатели *S1* и *S2* в положение *1* для измерения $v_{U_{вых}}$ и $t_{нар}$ при инверсном включении ОУ.

3.1.2. Переводят переключатели *S1* и *S2* в положение *2* для измерения $v_{U_{вых}}$ и $t_{нар}$ при неинверсном включении ОУ с коэффициентом $K_{у,\,U,\,ос} > 1$.

3.1.3. Переводят переключатель *S1* в положение *2*, а *S2* — в положение *3* для измерения $v_{U_{вых}}$ и $t_{нар}$ при неинверсном включении ОУ с коэффициентом $K_{у,\,U,\,ос} = 1$.

3.2. Подают на ОУ напряжения питания от источников *G2* и *G3*.

3.3. Включают устройство выборки и хранения *DS* в режим выборки и компенсируют напряжение смещения ОУ, при этом амплитуда импульса генератора *G1* должна быть равна нулю.

3.4. Переводят устройство *DS* в режим хранения.

3.5. Подают от генератора *G1* входные импульсы.

3.6. Измеряют измерителем *P* время нарастания $t_{нар}$ выходного напряжения ОУ между уровнями отсчета 0,1 $U_{вых}$ и 0,9 $U_{вых}$.

4. ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ

4.1. Максимальную скорость нарастания выходного напряжения ОУ определяют по формуле

$$v_{U_{вых}} = \frac{|0{,}9U_{вых} - 0{,}1U_{вых}|}{t_{нар}} . \qquad (18)$$

5. ПОКАЗАТЕЛИ ТОЧНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ

5.1. Погрешность измерения максимальной скорости нарастания выходного напряжения ОУ должна быть в пределах ±10 % с доверительной вероятностью 0,997.

5.2. Определение показателей точности измерения приведено в приложении 2.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
Справочное

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ДАННЫЕ О СООТВЕТСТВИИ ГОСТ 23089.10—83 СТ СЭВ 3411—81

ГОСТ 23089.10—83 соответствует п. 17 СТ СЭВ 3411—81.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
Рекомендуемое

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТОЧНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ МАКСИМАЛЬНОЙ СКОРОСТИ НАРАСТАНИЯ ВЫХОДНОГО НАПРЯЖЕНИЯ ОУ

1. Составляющие суммарной погрешности измерения

1.1. Относительную инструментальную погрешность δ_P измерителя P определяют по формуле

$$\delta_P = \pm \sqrt{\delta_U^2 + \delta_t^2} , \qquad (1)$$

где δ_U — относительная погрешность, вызванная погрешностью формирования временного интервала по заданным уровням $0{,}1U_{вых}$ и $0{,}9U_{вых}$;

δ_t — относительная погрешность, вызванная погрешностью измерения временно́го интервала $t_{нар}$.

Значения δ_U и δ_t указаны в п. 2.4 настоящего стандарта.

1 2. Относительная методическая погрешность $\delta_{мет}$ состоит из следующих составляющих.

1 2.1. Погрешность δ_1, *вызванная влиянием длительности фронта* τ_1 входного импульса.

1.2.2. Погрешность δ_2, вызванная влиянием напряжения смещения нуля $U_{см}$ приведенного к выходу проверяемого ОУ

1 2 3. Погрешность δ_3, вызванная неточностью установки и поддержания напряжения питания $U_п$ проверяемого ОУ

1 2 4 Погрешность δ_4, вызванная конечным значением коэффициента усиления $K_{у,\ U,\ ос}$ схемы включения ОУ.

1 2 5 Погрешность δ_5, вызванная отклонением емкости нагрузки $C_н$ проверяемого ОУ.

1 2 6. Погрешность δ_6, вызванная отклонением элементов фазо-частотной коррекции ОУ.

1 2 7. Составляющую погрешности δ_i ($i=1, 2, \ldots, 6$) определяют по формуле

$$\delta_i = \frac{\Delta v_{U_{вых,i}}}{v_{U_{вых,min}}}, \qquad (2)$$

где $\Delta v_{U_{вых,\ i}}$ —абсолютное значение изменения максимальной скорости нарастания выходного напряжения ОУ, вызванное отклонением соответствующего параметра по пп. 1 2 1—1 2 6,

$v_{U_{вых,\ min}}$ — минимальное значение максимальной скорости нарастания выходного напряжения проверяемого ОУ.

1 3 Суммарную методическую погрешность $\delta_{мет}$ определяют по формуле

$$\delta_{мет} = \pm \sqrt{\delta_1^2+\delta_2^2+\delta_3^2+\delta_4^2+\delta_5^2+\delta_6^2}. \qquad (3)$$

2 Суммарная погрешность измерения

2 1 Суммарную погрешность измерения максимальной скорости нарастания выходного напряжения ОУ определяют по формуле

$$\delta = \pm \sqrt{\delta_P^2+\delta_{мет}^2}. \qquad (4)$$

gost.e-ecolog.ru