

**СТАБИЛИТРОНЫ
ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ**

**МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО
СОПРОТИВЛЕНИЯ**

Издание официальное

БЗ 1—2001

М Е Ж Г О С У Д А Р С Т В Е Н Н Ы Й С Т А Н Д А Р Т**СТАБИЛИТРОНЫ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ****Методы измерения дифференциального
сопротивления**Reference diodes.
Methods for measuring differential resistance**ГОСТ
18986.22—78****Взамен
ГОСТ 15603—70**

Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 18.07.78 № 1939 дата введения установлена
01.01.80

Ограничение срока действия снято по протоколу № 2—92 Межгосударственного Совета по стандартизации, метрологии и сертификации (ИУС 2—93)

Настоящий стандарт распространяется на полупроводниковые стабилитроны и устанавливает два метода измерения дифференциального сопротивления $r_{ст}$:

- на переменном токе;
- на постоянном токе.

Общие положения при измерении дифференциального сопротивления стабилитронов должны соответствовать требованиям ГОСТ 18986.0—74.

Метод измерения дифференциального сопротивления на переменном токе соответствует СТ СЭВ 3200—81 в части метода измерения дифференциального сопротивления и Публикации МЭК 147—2М (см. приложение 3).

(Измененная редакция, Изм. № 1).

**1. МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ
НА ПЕРЕМЕННОМ ТОКЕ****1.1. Принцип и условия измерения****1.1.1. Метод следует применять:**

- для стабилитронов с током стабилизации более 0,25 мА при выполнении условия (1)

$$f_r \geq 10, \quad (1)$$

где f_r — граничная частота статического режима, Гц;

для стабилитронов с током стабилизации 0,25 мА и менее при выполнении условия (1) или условия (2)

$$\delta_{01} \leq \delta_{02}, \quad (2)$$

где δ_{01} — общая погрешность измерения дифференциального сопротивления на переменном токе, %;

δ_{02} — общая погрешность измерения дифференциального сопротивления на постоянном токе, %;

Издание официальное**Перепечатка воспрещена**

Издание (август 2002 г.) с Изменением № 1, утвержденным в июне 1982 г. (ИУС 10—82)

© Издательство стандартов, 1983
 © ИПК Издательство стандартов, 2002

1.1.2. Измерение дифференциального сопротивления стабилитронов основано на измерении падения напряжения, вызываемого переменным током с максимальным значением, не превышающим установленного в п. 1.2.6, смещенным по постоянному току в точку вольт-амперной характеристики (далее — в. а. х.), в которой проводят измерение.

1.1.3. Значения электрических, температурных режимов измерения дифференциального сопротивления стабилитронов, среда, а также способ закрепления измеряемых приборов должны быть указаны в стандартах или технических условиях на стабилитроны конкретных типов.

(Измененная редакция, Изм. № 1).

1.1.4. Изменение температуры окружающей среды за время измерения должно быть в пределах $\pm 2^\circ\text{C}$.

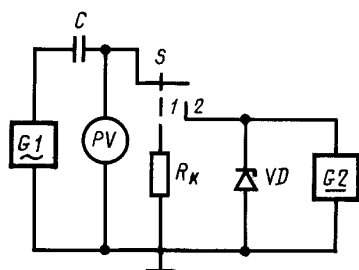
1.2. Аппаратура

1.2.1. Измерение проводят на установке, электрическая функциональная схема которой приведена на черт. 1.

(Измененная редакция, Изм. № 1).

1.2.2. Номинальное сопротивление калибровочного резистора выбирают близким к максимальному измеряемому дифференциальному сопротивлению.

1.2.3. Допускаемое отклонение номинального сопротивления калибровочного резистора должно быть в пределах $\pm 0,5\%$ на частоте измерения, температурный коэффициент сопротивления калибровочного резистора должен быть в пределах $\pm 0,001^\circ\text{C}^{-1}$.



$G1$ — генератор переменного тока; C — разделительный конденсатор; PV — измеритель переменного напряжения; S — переключатель; R_k — калибровочный резистор; VD — измеряемый стабилитрон; $G2$ — генератор постоянного тока

Черт. 1

1.2.4. Генератор постоянного тока $G2$ должен соответствовать следующим требованиям:

- погрешность задания и поддержания тока в процессе измерения должна быть в пределах $\pm 2\%$;
- выходное сопротивление должно превышать не менее чем в 200 раз максимальное значение измеряемого дифференциального сопротивления на частоте измерения.

1.2.5. Генератор переменного тока при измерении дифференциального сопротивления статической в. а. х. стабилитрона должен обеспечивать частоту, выбираемую из условий:

$$f_{п.т} < \frac{r_{ст\ min} \cdot \delta_f 0,01}{2 \pi L_{ст}}; \quad (3)$$

$$f_{п.т} < \frac{\delta_f 0,01}{r_{ст\ max} 2 \pi C_{ст}}; \quad (4)$$

$$10\ \text{Гц} \leq f_{п.т} < f_r, \quad (5)$$

где $f_{п.т}$ — частота переменного тока, Гц;

$r_{ст\ max}$ — максимальное значение измеряемого дифференциального сопротивления, Ом;

$r_{ст\ min}$ — минимальное значение измеряемого дифференциального сопротивления, Ом;

δ_f — погрешность за счет выбора частоты измерения, %;

$L_{ст}$ — последовательная индуктивность стабилитрона, Г;

$C_{ст}$ — полная емкость стабилитрона, Ф;

f_r — граничная частота статического режима, определение которой приведено в приложении 2.

При измерении на частотах, выбранных по иным соотношениям, необходимо указывать типовое значение функции $r_{ст} = r_{ст}(f)$ в рабочем диапазоне частот.

1.2.6. Для стабилитронов с током стабилизации более 0,25 мА максимальное значение переменного тока должно быть в пределах $\pm 10\%$ значения тока стабилизации.

Для стабилитронов с током стабилизации 0,25 мА и менее максимальное значение переменного тока выбирается из условия обеспечения погрешности измерения в заданных пределах (п. 1.5.2).

(Измененная редакция, Изм. № 1).

1.2.7. Измеритель переменного напряжения должен удовлетворять следующим требованиям:

- погрешность измерения должна быть в пределах $\pm 4 \%$;
- входное сопротивление должно превышать не менее чем в 200 раз сопротивление калибровочного резистора и максимального измеряемого дифференциального сопротивления;
- неравномерность полосы пропускания при изменении выбранной частоты измерения на $\pm 1 \%$ должна быть в пределах $\pm 1 \%$;
- полоса пропускания должна быть такой, чтобы обеспечить подавление шума измеряемых стабилитронов до значения, обеспечивающего измерение с заданной общей погрешностью;
- измерительный прибор должен обеспечивать подавление пульсации тока стабилизации генератора $G2$ с погрешностью в пределах $\pm 1\%$ среднеквадратического значения переменного тока;
- при наличии у измерительного прибора усилителя с регулируемым коэффициентом усиления его шкала градуируется в единицах сопротивления.

1.2.8. Генератор переменного тока $G1$ должен удовлетворять следующим требованиям:

- нестабильность максимального значения переменного тока в процессе измерения должна быть в пределах $\pm 1 \%$;
- выходное сопротивление должно превышать не менее чем в 200 раз сопротивление калибровочного резистора и максимальное измеряемое дифференциальное сопротивление;
- нестабильность частоты должна быть в пределах $\pm 1 \%$ за 8 ч работы генератора.

1.2.9. Номинальное значение емкости разделительного конденсатора C должно удовлетворять соотношению

$$C \geq \frac{16,6}{f_{\text{пг}} \cdot R_{\text{вых } G1}}, \quad (6)$$

где $R_{\text{вых } G1}$ — выходное сопротивление генератора переменного тока $G1$, Ом.

1.2.10. Разность сопротивления токоподводящих проводов к измеряемому стабилитрону и к калибровочному резистору R_k не должна превышать $0,005 r_{\text{ст min}}$.

1.2.9, 1.2.10. (Измененная редакция, Изм. № 1).

1.2.11. Относительные погрешности средств измерения могут отличаться от указанных в настоящем разделе, при этом общая погрешность измерения должна быть в пределах, указанных в п. 1.5.

1.3. Проведение измерений

1.3.1. Генератором постоянного тока $G2$ устанавливают заданный ток стабилизации $I_{\text{ст}}$.

1.3.2. При использовании измерителя переменного напряжения, не имеющего усилителя с регулируемым коэффициентом усиления, измерение проводят следующим образом:

- измеряют напряжение U_1 в положении 1 переключателя S ;
- измеряют напряжение U_2 в положении 2 переключателя S .

1.3.3. При использовании измерителя переменного напряжения, имеющего усилитель с регулируемым коэффициентом усиления, измерение проводят следующим образом:

- регулируя коэффициент усиления усилителя измерителя переменного напряжения в положении 1 переключателя S , выставляют на его шкале номинальное значение R_k ;
- в положении 2 переключателя S проводят измерение дифференциального сопротивления.

1.3.2, 1.3.3. (Измененная редакция, Изм. № 1).

1.4. Обработка результатов

1.4.1. При проведении измерений согласно п. 1.3.2 дифференциальное сопротивление вычисляют по формуле

$$r_{\text{ст}} = \frac{U_2}{U_1} \cdot R_k. \quad (7)$$

(Измененная редакция, Изм. № 1).

1.5. Показатели точности измерения

1.5.1. Погрешность измерения дифференциального сопротивления стабилитронов с током стабилизации более 0,25 мА должна быть в пределах $\pm 10 \%$ с доверительной вероятностью $P = 0,95$.

1.5.2. Погрешность измерения дифференциального сопротивления стабилитронов с током стабилизации 0,25 мА и менее с доверительной вероятностью $P = 0,95$ должна находиться в пределах

$$-\delta_{\text{нел}} - \sqrt{17 + 2\delta_{\text{изм1}}^2 + \left(\frac{S_{\text{ш.ст}} \sqrt{\Delta f} 100}{r_{\text{ст min}} \cdot I_{\text{п.т}}}\right)^2} \leq \delta_{01} \leq \sqrt{17 + 2\delta_{\text{изм1}}^2 + \left(\frac{S_{\text{ш.ст}} \sqrt{\Delta f} 100}{r_{\text{ст min}} \cdot I_{\text{п.т}}}\right)^2}, \quad (8)$$

где $\delta_{\text{нел}}$ — погрешность из-за влияния нелинейности в. а. х. стабилитрона, %;

$\delta_{\text{изм1}}$ — погрешность измерения переменного напряжения, %;

$S_{\text{ш.ст}}$ — спектральная плотность шума напряжения стабилизации измеряемого стабилитрона, В · Гц^{-1/2};

Δf — ширина полосы пропускания измерителя переменного напряжения на уровне 0,7, Гц;

$I_{\text{п.т}}$ — среднеквадратическое значение переменного тока, А.

Конкретное значение погрешности измерения дифференциального сопротивления стабилитронов с током стабилизации 0,25 мА и менее указывается в стандартах или технических условиях на стабилитроны конкретных типов.

1.5.1, 1.5.2. (Измененная редакция, Изм. № 1).

2. МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ НА ПОСТОЯННОМ ТОКЕ

2.1. Принцип и условия измерения

2.1.1 Метод следует применять при невыполнении условий, указанных в п. 1.1.1.

2.1.2. Измерение дифференциального сопротивления стабилитронов на постоянном токе проводят методом вольтметра-амперметра.

2.1.3. Значения электрических, температурных режимов измерения, а также способ закрепления измеряемых приборов должны быть указаны в стандартах или технических условиях на стабилитроны конкретных типов.

2.1.4. Значения токов стабилизации $I_{\text{ст1}}$ и $I_{\text{ст2}}$, при которых проводят измерения напряжений стабилизации, выбирают из условий:

$$I_{\text{ст1}} = I_{\text{ст}} - \Delta I_{\text{ст1}}; \quad (9)$$

$$I_{\text{ст2}} = I_{\text{ст}} + \Delta I_{\text{ст2}},$$

где $I_{\text{ст}}$ — значение тока стабилизации точки в. а. х. стабилитрона, в которой измеряют дифференциальное сопротивление;

$\Delta I_{\text{ст1}}$, $\Delta I_{\text{ст2}}$ — приращение тока стабилизации в сторону уменьшения и увеличения.

Для стабилитронов с током стабилизации более 0,25 мА назначают равные приращения в сторону увеличения и в сторону уменьшения.

Для стабилитронов с током стабилизации 0,25 мА и менее назначают неравные приращения в сторону увеличения и в сторону уменьшения в целях уменьшения погрешности из-за влияния нелинейности в. а. х. стабилитрона (приложение 1).

2.1.5. Для стабилитронов с током стабилизации более 0,25 мА приращение тока стабилизации должно быть не более ± 10 % тока стабилизации точки в. а. х. стабилитрона, в которой измеряют дифференциальное сопротивление, и выбирают таким, чтобы соответствующая ему погрешность из-за влияния нелинейности в. а. х. стабилитрона была в пределах минус 3 %.

Для стабилитронов с током стабилизации 0,25 мА и менее приращения тока стабилизации выбирают из условия обеспечения общей погрешности измерения в заданных пределах (п. 2.5.2).

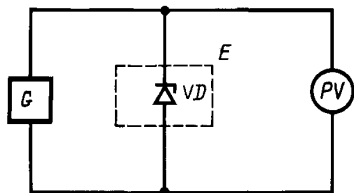
2.1.3—2.1.5. (Измененная редакция, Изм. № 1).

2.1.6. Измерение проводят в нормальных климатических условиях, установленных ГОСТ 16962—71.

2.2. Аппаратура

2.2.1. Измерение проводят на установке, электрическая функциональная схема которой приведена на черт. 2.

2.2.2. Погрешность задания и поддержания тока стаби-



G — генератор постоянного тока; VD — измеряемый стабилитрон; E — термостат; PV — измеритель постоянного напряжения

лизации в каждой из точек в. а. х. стабилизатора, в которых проводят измерение напряжения стабилизации, должна быть в пределах $\pm 2\%$ значения $\Delta I_{\text{ст1}} + \Delta I_{\text{ст2}}$ за время измерения.

2.2.3. Измеритель постоянного напряжения PV должен удовлетворять следующим требованиям:

- погрешность измерения напряжения стабилизации в каждой из точек должна быть в пределах $\pm 4\%$ произведения

$$r_{\text{ст min}} (\Delta I_{\text{ст1}} + \Delta I_{\text{ст2}});$$

- полоса пропускания измерителя постоянного напряжения PV должна быть такой, чтобы обеспечить подавление шума измеряемого стабилизатора до значения, обеспечивающего измерение с заданной погрешностью (см. п. 2.5.2);

- измеритель постоянного напряжения PV должен обеспечивать подавление пульсаций тока стабилизации до уровня не более $\pm 1\%$ значения $\Delta I_{\text{ст1}} + \Delta I_{\text{ст2}}$;

- входное сопротивление должно превышать не менее чем в 200 раз значение максимального измеряемого дифференциального сопротивления.

2.2.2, 2.2.3. (Измененная редакция, Изм. № 1).

2.2.4. Погрешность задания температуры в термостатируемом объеме должна вызывать изменение дифференциального сопротивления не более чем на $\pm 1\%$.

Погрешность поддержания температуры $\Delta \Theta$ в $^{\circ}\text{C}$ в термостатируемом объеме в процессе измерения должна быть не более

$$\Delta \Theta = \frac{|\delta_{02}| - |\delta_{\text{нел}}|}{U_{\text{ст2}} - \alpha_{\text{ст}}} \cdot r_{\text{ст}} (\Delta I_{\text{ст1}} + \Delta I_{\text{ст2}}), \quad (10)$$

где $U_{\text{ст2}}$ — значение напряжения стабилизации при токе стабилизации $I_{\text{ст2}}$, В;

$\alpha_{\text{ст}}$ — температурный коэффициент напряжения стабилизации, $\%/^{\circ}\text{C}$.

2.2.5. Относительные погрешности средств измерения могут отличаться от указанных в настоящем разделе, при этом погрешность измерения должна быть в пределах, указанных в п. 2.5.

(Измененная редакция, Изм. № 1).

2.3. Подготовка и проведение измерений

2.3.1. Стабилизатор помещают в термостатируемый объем, в котором устанавливают заданную температуру.

2.3.2. Генератором постоянного тока G устанавливают ток стабилизации $I_{\text{ст1}}$.

2.3.3. После установления теплового равновесия стабилизатора с термостатируемым объемом по истечении времени, указанного в стандартах или технических условиях на конкретные типы стабилизаторов, проводят измерение напряжения стабилизации $U_{\text{ст1}}$.

2.3.4. Генератором постоянного тока G устанавливают ток стабилизации $I_{\text{ст2}}$.

2.3.2—2.3.4. (Измененная редакция, Изм. № 1).

2.3.5. После установления теплового равновесия стабилизатора с термостатируемым объемом по истечении времени, указанного в нормативно-технической документации на конкретные типы стабилизаторов, проводят измерение напряжения стабилизации $U_{\text{ст2}}$.

2.4. Обработка результатов

2.4.1. Дифференциальное сопротивление вычисляют по формуле

$$r_{\text{ст}} = \frac{U_{\text{ст2}} - U_{\text{ст1}}}{I_{\text{ст2}} - I_{\text{ст1}}}. \quad (11)$$

2.5. Показатели точности измерения

2.5.1. Погрешность измерения дифференциального сопротивления стабилизаторов с током стабилизации более 0,25 мА должна находиться в пределах плюс 10 % с доверительной вероятностью $P = 0,997$; минус 10 % с доверительной вероятностью $P = 0,95$.

2.5.2. Погрешность измерения дифференциального сопротивления стабилизаторов с током стабилизации 0,25 мА и менее с доверительной вероятностью $P = 0,95$ должна находиться в пределах

$$\begin{aligned}
 -\delta_{\text{нел}} - \sqrt{17 + 2\delta_{\text{изм2}}^2 + 2\left(\frac{S_{\text{ш.ст}}\sqrt{\Delta f}100}{r_{\text{ст min}}(I_{\text{ст2}} - I_{\text{ст1}})}\right)^2} &\leq \delta_{02} \leq \\
 &\leq \sqrt{17 + 2\delta_{\text{изм2}}^2 + 2\left(\frac{S_{\text{ш.ст}}\sqrt{\Delta f}100}{r_{\text{ст min}}(I_{\text{ст2}} - I_{\text{ст1}})}\right)^2},
 \end{aligned}
 \quad (12)$$

где $\delta_{\text{изм2}}$ — погрешность измерения напряжения стабилизации, %.

Конкретное значение общей погрешности измерения дифференциального сопротивления стабилитронов с током стабилизации 0,25 мА и менее указывается в стандартах или технических условиях на стабилитроны конкретных типов.

2.5.1, 2.5.2. (Измененная редакция, Изм. № 1).

ПРИЛОЖЕНИЕ 1 Справочное

МЕТОД ОЦЕНКИ ПОГРЕШНОСТИ ИЗ-ЗА ВЛИЯНИЯ НЕЛИНЕЙНОСТИ В. А. Х. СТАБИЛИТРОНА

1. (Исключен, Изм. № 1).

2. Для стабилитронов с током стабилизации 0,25 мА и менее при условии отсутствия дополнительных погрешностей измеряют дифференциальное сопротивление при выбранном максимальном значении переменного тока (приращениях тока стабилизации) — $r_{\text{ст3}}$ и при вдвое большем значении — $r_{\text{ст4}}$. Погрешность из-за влияния нелинейности в. а. х. стабилитрона определяется по формуле

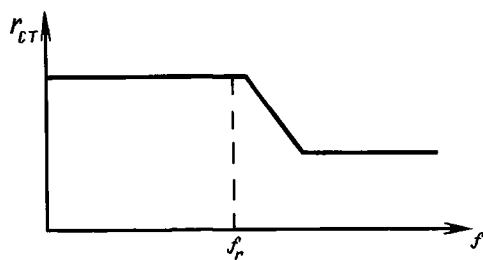
$$\delta_{\text{нел}} < \frac{100(r_{\text{ст4}} - r_{\text{ст3}})}{r_{\text{ст3}}}. \quad (1)$$

Погрешность определения $\delta_{\text{нел}}$ должна быть в пределах $\pm 30\%$.

(Измененная редакция, Изм. № 1).

ПРИЛОЖЕНИЕ 2 Обязательное

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРАНИЧНОЙ ЧАСТОТЫ СТАТИЧЕСКОГО РЕЖИМА



Граничная частота статического режима f_r — максимальное значение частоты переменного тока, при котором в каждый момент времени температура р—п перехода стабилитрона определяется мгновенным значением тока, протекающего через р—п переход (определяется из зависимости $r_{\text{ст}} = r_{\text{ст}}(f)$, приведенной на чертеже).

Граничная частота статического режима определяется для заданных условий внешней среды, способа закрепления измеряемого прибора, тока стабилизации и максимального значения переменного тока.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3 Справочное

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ДАННЫЕ О СООТВЕТСТВИИ ГОСТ 18986.22—78 СТ СЭВ 3200—81

ГОСТ 18986.22—78 соответствует разделу 4 СТ СЭВ 3200—81.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3. (Введено дополнительно, Изм. № 1).

Редактор *В.Н. Копысов*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *Е.Д. Дульнева*
Компьютерная верстка *Е.Н. Мартыановой*

Изд. лиц. № 02354 от 14.07.2000. Сдано в набор 09.09.2002. Подписано в печать 23.10.2002. Усл. печ. л. 0,93.
Уч.-изд. л. 0,70. Тираж 75 экз. С 7858. Зак. 305.

ИПК Издательство стандартов, 107076 Москва, Колодезный пер., 14.
<http://www.standards.ru> e-mail: info@standards.ru
Набрано и отпечатано в ИПК Издательство стандартов