

# ДИОДЫ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ

## МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ ИМПУЛЬСНОГО ПРЯМОГО НАПРЯЖЕНИЯ И ВРЕМЕНИ ПРЯМОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ

Издание официальное

## 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

## ДИОДЫ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ

Метод измерения импульсного прямого напряжения и времени  
прямого восстановленияSemiconductor diodes. Method for measuring pulse direct voltage  
and forward recovery timeГОСТ  
18986.9—73\*Взамен  
ГОСТ 10965—64

Утвержден Постановлением Государственного комитета стандартов Совета Министров СССР от 13 июля 1973 г.  
№ 1723 дата введения установлена

01.01.75

Ограничение срока действия снято по протоколу № 5—94 Межгосударственного Совета по стандартизации, метрологии и сертификации (ИУС 11-12—94)

Настоящий стандарт распространяется на полупроводниковые диоды и устанавливает метод измерения импульсного прямого напряжения и времени прямого восстановления.

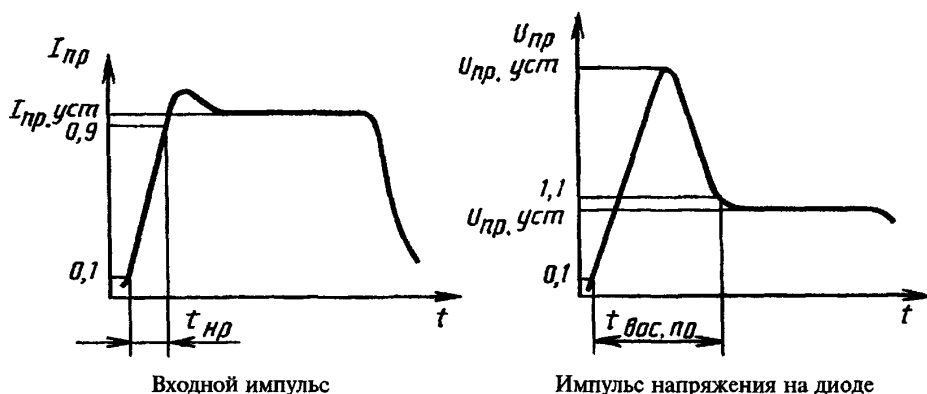
Стандарт соответствует СТ СЭВ 3198—81 в части метода измерения импульсного прямого напряжения.

(Измененная редакция, Изм. № 3).

## 1. УСЛОВИЯ ИЗМЕРЕНИЯ

1.1. Общие требования при измерении и требования безопасности — по ГОСТ 18986.0—74.

1.2. Импульсное прямое напряжение и время прямого восстановления определяют по импульсу напряжения на диоде при заданных значениях параметров входного импульса в соответствии с черт. 1.



Черт. 1

Издание официальное

Перепечатка воспрещена



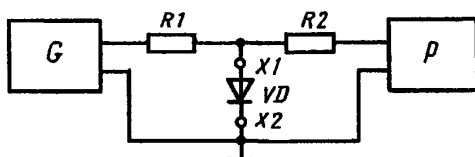
\* Издание (сентябрь 2000 г.) с Изменениями № 1, 2, 3, утвержденными в феврале 1979 г., июне 1982 г., октябре 1989 г. (ИУС 4—79, 9—82, 1—90)

© Издательство стандартов, 1973  
© ИПК Издательство стандартов, 2000

1.3. Время прямого восстановления ( $t_{\text{вос.пр}}$ ) отсчитывают по импульсу прямого напряжения на диоде между уровнями 10 и 110 % установившегося значения прямого напряжения.

## 2. АППАРАТУРА

2.1. Измерения следует проводить на установке, электрическая структурная схема которой приведена на черт. 2.



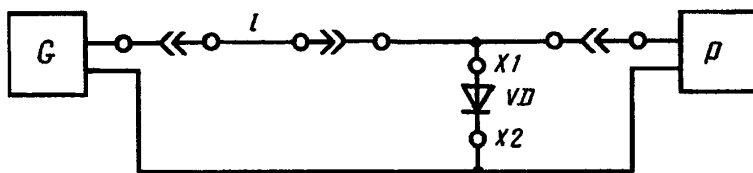
$G$  — генератор импульсов;  $R1$  — токозадающий резистор;  $R2$  — токоограничивающий резистор;  $P$  — измерительное устройство;  
 $X1$  и  $X2$  — контакты подключения;  $VD$  — проверяемый диод

Черт. 2

2.2. Если необходим согласованный тракт, то при выполнении условия

$$\frac{U_{\text{пр.уст}}}{I_{\text{пр}}} \leq 0,2R_w$$

где  $U_{\text{пр.уст}}$  — установившееся значение прямого напряжения на диоде, В;  
 $I_{\text{пр}}$  — значение прямого тока через диод при установившемся значении напряжения на диоде, А;  
 $R_w$  — волновое сопротивление тракта, Ом,  
 измерения проводят на установке, электрическая структурная схема которой приведена на черт. 3.



$G$  — генератор импульсов;  $l$  — развязывающий кабель;  $P$  — измерительное устройство;  $X1$  и  $X2$  — контакты подключения;  $VD$  — проверяемый диод

Черт. 3

2.3. Генератор импульсов  $G$  должен обеспечивать на проверяемом диоде после окончания переходного процесса импульс тока заданной амплитуды. Значение амплитуды входного импульса должно быть установлено в технических условиях на диоды конкретных типов. Амплитуда импульса должна быть задана с погрешностью в пределах  $\pm 10$  %.

2.4. Время нарастания входного импульса  $t_{\text{нр}}$  должно удовлетворять условию

$$t_{\text{нр}} \leq 0,2 t_{\text{вос.обр}},$$

где  $t_{\text{вос.обр}}$  — время обратного восстановления диода, типовое значение которого указывают в технических условиях на диоды конкретных типов, с.

Конкретное значение времени нарастания входного импульса может быть указано в технических условиях на диоды конкретных типов.

П р и м е ч а н и е. Допускается пользоваться соотношением

$$t_{\text{нр}} \leq 0,2 t_{\text{вос.пр.}}$$

2.5. Длительность входного импульса прямоугольной формы  $t_{\text{и}}$  должна удовлетворять условию

$$t_{\text{и}} \geq 5 t_{\text{вос.обр}}$$

или

$$t_{\text{и}} \geq \frac{2 Q_{\text{вос}}}{i_{\text{пр}}},$$

где  $Q_{\text{вос}}$  — заряд восстановления диода, типовое значение которого указывают в технических условиях на диоды конкретных типов, К;

$i_{\text{пр}}$  — значение прямого тока через диод, при котором измеряют заряд восстановления, А.

2.6. Неравномерность вершины прямоугольного импульса на указанной длительности должна быть в пределах  $\pm 5\%$  при токах до 0,2 А и  $\pm 10\%$  — при токах более 0,2 А.

Выброс на вершине импульса должен быть в пределах  $\pm 7\%$ .

2.7. Параметры входного импульса, указанные в пп. 2.3—2.5, определяют осциллографическим методом на резисторе  $R_0$ , включенном между контактами  $X1$  и  $X2$  вместо измеряемого диода. Значение сопротивления резистора  $R_0$  должно быть равным 50 Ом или определено из условия

$$0,7 U_{\text{пр.и}} \leq i_{\text{пр}} R_0 \leq 1,3 U_{\text{пр.и}}.$$

Типовое значение импульсного прямого напряжения указывают в технических условиях на диоды конкретных типов.

2.8. Полное выходное сопротивление генератора  $G$  должно быть таким, чтобы при изменении напряжения на диоде от значения  $U_{\text{пр.и}}$  до установившегося значения  $U_{\text{пр.уст}}$  изменение амплитуды входного импульса не выходило за пределы  $\pm 10\%$ .

При низком выходном сопротивлении генератора  $G$  в измерительную установку допускается включение последовательного резистора, значение сопротивления которого должно быть таким, чтобы выполнялось условие

$$i_{\text{пр}} R \geq 10 U_{\text{пр.и}}.$$

2.9. Длина развязывающего кабеля должна быть такой, чтобы время задержки отраженной неоднородности  $t_{\text{зад}}$  было бы больше времени прямого восстановления

$$t_{\text{зад}} \geq t_{\text{вос.пр.}}$$

2.10. Входное сопротивление измерительного устройства  $P$  вместе с сопротивлением резистора  $R2$  должно быть не менее чем в 100 раз больше значения прямого сопротивления диода.

2.11. Время нарастания переходной характеристики измерительного устройства  $P$  совместно с резистором  $R2$  должно быть не более одной трети значения времени нарастания входного импульса  $t_{\text{нр}}$ .

2.12. Индуктивность между контактами  $X1$  и  $X2$  должна быть сведена к минимуму. Конкретное максимально допустимое значение индуктивности указывают в технических условиях на диоды конкретных типов.

2.13. Частота импульсов должна быть такой, чтобы снижение частоты не привело к изменению характеристик прямого напряжения.

### 3. ТРЕБОВАНИЯ К ПОДГОТОВКЕ И ПРОВЕДЕНИЮ ИЗМЕРЕНИЯ

3.1. Параметры входного импульса должны быть заданы согласно пп. 2.3—2.5.

3.2. Между контактами  $X1$  и  $X2$  подключают короткозамыкатель, геометрические размеры которого должны быть близкими к размерам измеряемого диода.

3.3. От генератора  $G$  подают импульс с заданными параметрами и по измерительному прибору  $P$  определяют амплитуду импульса напряжения, обусловленную индуктивностью схемы,  $U_{\text{инд}}$ .

3.4. Между контактами  $X1$  и  $X2$  подключают проверяемый диод и подают импульс с заданными параметрами.

3.5. По измерительному прибору  $P$  определяют импульсное напряжение  $U_{\text{изм}}$ .

Если  $U_{\text{инд}} \leq 0,05 U_{\text{изм}}$ , то измеренное значение напряжения принимают за истинное значение импульсного прямого напряжения диода  $U_{\text{пр.и}}$ .

Если  $U_{\text{инд}} > 0,05 U_{\text{изм}}$ , то истинное значение определяют по формуле

$$U_{\text{пр.и}} = U_{\text{изм}} - U_{\text{инд}}.$$

По импульсу на измерительном приборе  $P$  определяют время прямого восстановления диода  $t_{\text{вос.пр}}$ .

### 4. ПОКАЗАТЕЛИ ТОЧНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ

4.1. Погрешность измерения импульсного напряжения  $U_{\text{пр.и}}$  должна быть в пределах  $\pm 15\%$  с установленной вероятностью 0,95.

4.2. Погрешность измерения времени прямого восстановления  $t_{\text{вос.пр}}$  должна быть в пределах  $\pm 25\%$  с установленной вероятностью 0,95.

4.3. Расчет погрешности измерения приведен в приложении.

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

**ПРИЛОЖЕНИЕ**  
Справочное

### РАСЧЕТ ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ

#### 1. Расчет погрешности измерения импульсного прямого напряжения

1.1. Интервал, в котором с установленной вероятностью находится погрешность измерения импульсного прямого напряжения, рассчитывают по формуле

$$\delta U = \pm K_{\Sigma} \sqrt{a_1 \left( \frac{\delta_A^2}{K_1^2} + \frac{\delta_{\text{выбр}}^2}{K_2^2} \right) + \frac{\delta_{\text{инд}}^2}{K_3^2} + \frac{\delta_P^2}{K_4^2}},$$

где  $K_{\Sigma}$  — коэффициент, характеризующий закон распределения суммарной погрешности и зависящий от установленной вероятности,  $P = 0,95$ ;

$a_1$  — коэффициент влияния погрешности установления входного импульса на амплитуду импульсного прямого напряжения, зависящий от соотношения  $U_{\text{пр.и}}$  и  $U_{\text{уст}}$ , принимаемый равным 0,6;

$\delta_A$  — частная погрешность установления и поддержания амплитуды входного импульса, должна быть в пределах  $\pm 10\%$ ;

$\delta_{\text{выбр}}$  — частная погрешность, обусловленная выбросами на вершине входного импульса, должна быть в пределах  $\pm 7\%$ ;

$\delta_{\text{инд}}$  — частная погрешность, обусловленная индуктивностью схемы, должна быть в пределах  $\pm 5\%$ ;

$\delta_P$  — частная погрешность измерительного устройства, должна быть в пределах  $\pm 10\%$ ;

$K_1$ — $K_4$  — коэффициенты, характеризующие законы распределения частных погрешностей; для равномерного закона  $K_1 = K_3 = K_4 = 1,73$ , для нормального закона  $K_2 = 3$ .

Подставляя числовые значения, получают оценку интервала суммарной погрешности

$$\delta_U = \pm K_{\Sigma} \sqrt{0,6^2 \cdot \left( \frac{10^2}{1,73^2} + \frac{7^2}{3^2} \right) + \frac{5^2}{1,73^2} + \frac{10^2}{1,73^2}}.$$

Рассмотрим композиции ( $\delta_1$  и  $\delta_2$ ) и ( $\delta_3$  и  $\delta_4$ ). Закон распределения суммарной погрешности для  $\delta_1$  и  $\delta_2$  является композицией равномерного и нормального законов. Значение коэффициента  $K_{1\Sigma}$  для них равно 1,84, что соответствует практически трапециевидному закону.

Закон распределения суммарной погрешности для  $\delta_3$  и  $\delta_4$  является композицией двух равномерных законов с  $\delta_3 = \pm 5\%$  и  $\delta_4 = \pm 10\%$ , что образует трапециевидный закон с отношением оснований равным  $1/3$ . Для этого случая  $K_{2\Sigma} = 1,83$ .

Таким образом, суммарная погрешность является композицией двух трапециевидных законов, что образует треугольный закон распределения с  $K_{\Sigma} = 1,91$  для  $P = 0,95$ .

$$\delta_U = \pm 1,91 \sqrt{0,36 \left( \frac{100}{3} + \frac{49}{9} \right) + \frac{25}{3} + \frac{100}{3}} = 14,5\%.$$

## 2. Расчет погрешности измерения времени прямого восстановления

2.1. Интервал, в котором с установленной вероятностью находится погрешность измерения, определяют по формуле

$$\delta_I = \pm K_{\Sigma} \sqrt{2 \left( \frac{\delta_{P_I}}{K_1} \right)^2 + \left( \frac{\delta_N}{K_2} \right)^2 + \left( \frac{\delta_K}{K_2} \right)^2 + a_1^2 \left( \frac{\delta_A}{K_4} \right)^2},$$

где  $\delta_{P_I}$  — частная погрешность отсчета интервала времени устройством  $P$ , должна быть в пределах  $\pm 3\%$ ;

$\delta_N$  и  $\delta_K$  — частная погрешность отсчета уровня 0,1 и 1,1 устройством  $P$ , должна быть в пределах  $\pm 10\%$ ;

$\delta_A$  — частная погрешность, обусловленная влиянием погрешности установления амплитуды входного импульса, должна быть в пределах  $\pm 10\%$ ;

$a_1$  — коэффициент влияния погрешности установления входного импульса, равен 0,1.

Подставляя числовые значения, получают оценку интервала суммарной погрешности

$$\delta_I = \pm K_{\Sigma} \sqrt{2 \left( \frac{3}{1,73} \right)^2 + \left( \frac{10}{1,73} \right)^2 + \left( \frac{10}{1,73} \right)^2 + 0,1^2 \left( \frac{10}{1,73} \right)^2}.$$

Закон распределения суммарной погрешности является композицией двух равномерных законов с  $\delta_1 = \delta_2 = \pm 10\%$ , что образует треугольный закон с  $K_{\Sigma} = 1,91$  для  $P = 0,95$ .

Таким образом,  $\delta_I = 17\%$ .

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

Редактор *Л.В. Коретникова*  
Технический редактор *Н.С. Гришанова*  
Корректор *М.С. Кабашова*  
Компьютерная верстка *Е.Н. Мартмяновой*

Изд. лиц. № 02354 от 14.07.2000. Сдано в набор 27.07.2000. Подписано в печать 11.10.2000. Усл. печ. л. 0,93.  
Уч.-изд. л. 0,55. Тираж 129 экз. С 6023. Зак. 893.

---

ИПК Издательство стандартов, 107076, Москва, Колодезный пер., 14.

Набрано в Издательстве на ПЭВМ

Филиал ИПК Издательство стандартов — тип. "Московский печатник", 103062, Москва, Лялин пер., 6.  
Плр № 080102