



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ  
СОЮЗА ССР

**ТРАНЗИСТОРЫ БИПОЛЯРНЫЕ**

МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ ВРЕМЕННЫХ ПАРАМЕТРОВ

**ГОСТ 18604.26-85  
(СТ СЭВ 4757-84)**

Издание официальное

Гост 18604. 26- 85 Э29.  
21 1991 от 28. 06. 90 срок действ-  
вия приостановлен с 01. 01. 93.  
1. Изд. в 1990-1.

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ ССРП ПО СТАНДАРТАМ

Москва



## ТРАНЗИСТОРЫ БИПОЛЯРНЫЕ

Методы измерения временных параметров

Bipolar transistors.  
Methods of time parameters measurement

ГОСТ

18604.26-85

(СТ СЭВ 4757-84)

ОКП 62 2300

Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 20 декабря 1985 г. № 4534 срок действия установлен

с 01.07.86

до 01.07.91

**Несоблюдение стандарта преследуется по закону**

Настоящий стандарт распространяется на биполярные транзисторы и устанавливает методы измерения временных параметров: времени задержки  $t_{\text{зз}}$ , времени нарастания  $t_{\text{нр}}$ , времени включения  $t_{\text{вкл}}$ , времени рассасывания  $t_{\text{рас}}$ , времени спада  $t_{\text{сп}}$ , времени выключения  $t_{\text{выкл}}$ .

Общие требования при измерении и требования безопасности — по ГОСТ 18604.0—83.

Стандарт полностью соответствует СТ СЭВ 4757—84.

**1. ПРИНЦИП И УСЛОВИЯ ИЗМЕРЕНИЯ**

1.1. Значения временных параметров определяют измерением интервалов времени в соответствии с определениями временных параметров, приведенными в ГОСТ 20003—74.

1.2. Условия и режим измерения временных параметров должны соответствовать установленным в стандартах или технических условиях на транзисторы конкретных типов.

**2. АППАРАТУРА**

2.1. Временные параметры следует измерять на установке, электрическая структурная схема которой приведена на черт. 1.

Издание официальное

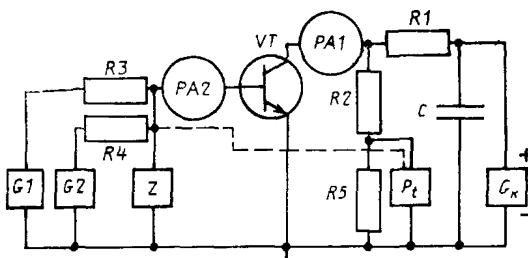


Перепечатка воспрещена

© Издательство стандартов, 1986

Допускается включать импульсные измерители тока в любой части измеряемой цепи.

Конкретную схему измерения приводят в стандартах или технических условиях на транзисторы конкретных типов.



$G_1$ —генератор однополярных насыщающих импульсов,  $G_2$ —генератор однополярных запирающих импульсов,  $PA_1$ ,  $PA_2$ —импульсные измерители тока,  $VT$ —используемый транзистор,  $Z$ —ограничитель напряжения;  $R_1$ —резистор нагрузки,  $R_2$ ,  $R_5$ —делильный резистор в цепи базы,  $P_t$ —измеритель интервалов времени,  $C$ —блокировочный конденсатор,  $G_k$ —источник постоянного напряжения коллектора

Черт 1

2.2. Параметры импульсов на выходе генераторов  $G_1$  и  $G_2$  в соответствии с диаграммой временных параметров, приведенной на черт. 2, должны соответствовать следующим требованиям:

длительность насыщающего импульса  $t_{i1}$  не должна быть менее  $1,5 t_{вкл\max}$  при измерении параметров  $t_{з1}$ ,  $t_{р.п.}$ ,  $t_{вкл}$  и не менее  $5 t_{рас\max}$  при измерении параметров  $t_{рас}$ ,  $t_{сп}$ ,  $t_{вкл}$ , где  $t_{вкл\max}$  и  $t_{рас\max}$  соответственно максимальное время включения и максимальное время рассасывания, которые устанавливают из диапазона измерения конкретной измерительной установки,

длительность фронта насыщающего импульса при измерении параметра  $t_{в.л.}$  не должна превышать  $0,3 t_{изм}$ , а при измерении параметров  $t_{з1}$  и  $t_{р.п.}$  —  $0,5 t_{изм}$ , где  $t_{изм}$  — время одного из указанных параметров;

длительность насыщающего импульса в технически обоснованных случаях может быть меньше  $5 t_{рас\max}$ . Конкретное значение  $t_{i1}$  указывают в стандартах или технических условиях на транзисторы конкретных типов;

длительность запирающего импульса  $t_{i2}$  не должна быть менее максимального значения  $t_{выкл\max}$ , которое устанавливают из диапазона измерения конкретной измерительной установки;

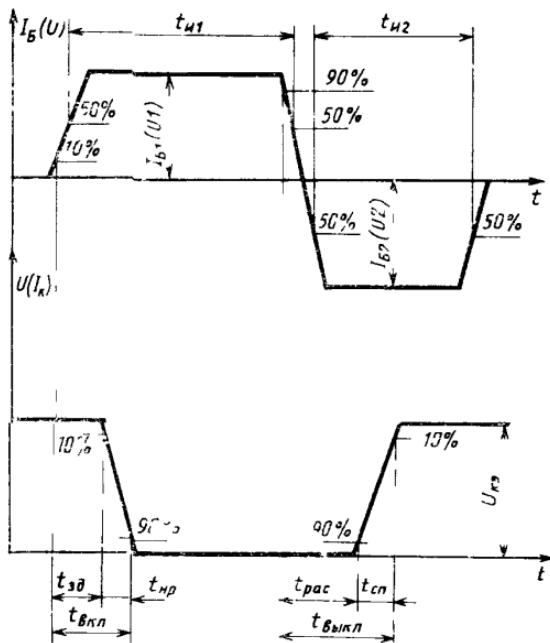
неравномерность вершины импульса не должна превышать 5 % амплитудного значения импульса;

длительность выброса на вершине импульса не должна превышать минимального значения измеряемого интервала времени  $t_{\min}$ , определяемого рабочим диапазоном конкретной измерительной установки;

амплитуда выбросов на вершине импульса не должна превышать 10 % амплитудного значения импульса;

длительность изменения полярности тока базы от момента, когда спад насыщающего импульса достигнет уровня 90 % амплитудного значения  $I_{B1}$  до момента нарастания запирающего импульса до уровня 90 % амплитудного значения  $I_{B2}$  должна быть не более  $0,5 t_{cn \min}$ , где  $I_{B1}$  — ток базы (насыщающий),  $I_{B2}$  — ток базы (запирающий),  $t_{cn \ min}$  — минимальное значение измеряемого времени спада;

погрешность установки уровней отсчета временных параметров не должна выходить за пределы  $\pm 3\%$  по отношению к амплитудному значению импульса  $U_{K2}$  (или  $I_K$ ), где  $U_{K2}$  — постоянное напряжение коллектор-эмиттер,  $I_K$  — ток коллектора;



Черт. 2

скважность насыщающего импульса и амплитуда напряжения между импульсами должны быть такими, чтобы они не влияли

на результаты измерения. Значения их указывают в стандартах или технических условиях на транзисторы конкретных типов; погрешность установления амплитуды импульсов токов базы не должна выходить за пределы  $\pm 10\%$ .

2.3. Вместо генераторов однополярных импульсов  $G1$  и  $G2$  допускается применять импульсные генераторы тока.

Один из генераторов однополярных импульсов может быть заменен источником постоянного напряжения.

При замене генератора  $G1$  источником постоянного напряжения схему измерительной установки (см. черт. 1) модифицируют в схему с постоянным насыщающим и импульсным запирающим токами, а при замене генератора  $G2$  источником постоянного напряжения — в схему с импульсным насыщающим и постоянным запирающим токами.

При измерении временных параметров  $t_{зл}$ ,  $t_{нр}$  и  $t_{вкл}$  генератор  $G2$  может отсутствовать.

2.4. В качестве токосъемных элементов вместо импульсных измерителей тока  $PA1$  и  $PA2$  допускается использовать резисторы, трансформаторы тока и другие элементы, не влияющие на результат измерения временных параметров.

Импульсные измерители тока  $PA1$  и  $PA2$  могут отсутствовать, если обеспечена установленная точность задания токов базы и коллектора.

2.5. Ограничитель напряжения  $Z$  предназначен для защиты перехода эмиттера транзистора от перенапряжения обратной полярности и для ограничения напряжения холостого хода на зажимах контактного устройства при отключении испытуемого транзистора.

Для транзисторов малой мощности при длительности импульса менее 200 нс ограничитель напряжения в цепи базы испытуемого транзистора может отсутствовать.

2.6. Индуктивность цепи  $L$ , Гн, в которой протекают импульсные токи коллектора и эмиттера, рассчитывают по формуле

$$L \leqslant \frac{t_{\min} \cdot R_1}{5},$$

где  $t_{\min}$  — минимальный измеряемый интервал времени;  
 $R_1$  — значение сопротивления резистора нагрузки.

2.7. Емкость между коллекторным выводом контактного устройства и корпусом  $C_k$ , Ф, для подключения к установке испытуемого транзистора рассчитывают по формуле

$$C'_k \leqslant \frac{t_{\min}}{5R_1}.$$

Емкость между базовым выводом контактного устройства и корпусом  $C_b'$ , Ф, для испытуемого транзистора рассчитывают по формуле

$$C_b' \leq \frac{I_{B1\min} \cdot t_{\min}}{2U_{B\text{Энас max}}} ,$$

где  $I_{B1\min}$  — минимальное значение тока базы (насыщающего);

$U_{B\text{Энас max}}$  — максимальное напряжение насыщения база-эмиттер, указанное в стандартах или технических условиях на транзисторы конкретных типов.

2.8. Погрешность сопротивления резисторов  $R1—R5$  не должна превышать 1 %.

2.9. Делители напряжения  $R2, R5$  должны быть компенсированными и неискажать форму выходного сигнала.

2.10. Измеритель интервалов времени  $P_t$  подключают к коллектору или к резистору нагрузки  $R1$  непосредственно или через делитель напряжения  $R2, R5$ .

Время нарастания переходной характеристики измерителя интервалов времени  $P_t$  не должно быть более  $0,3 t_{\min}$ .

При использовании осциллографа в качестве измерителя интервалов времени  $P_t$ , его синхронизация может быть внутренней или внешней от генераторов  $G1$  или  $G2$  в зависимости от измеряемого параметра.

Для измерения временных параметров допускается применять внутренние или внешние регулируемые линии задержки.

Пример использования однолучевого осциллографа в качестве измерителя интервалов времени приведен в справочном приложении.

2.11. Погрешность установления импульсного тока коллектора не должна выходить за пределы  $\pm 10\%$ .

2.12. Максимально допустимая основная погрешность измерительной установки  $\delta_{\text{осн}}$  при измерении параметров  $t_{\text{рас}}, t_{\text{выкл}}, t_{\text{вкл}}$  длительностью более 5 нс не должна выходить за пределы  $\pm 10\%$  конечного значения предела измерения и  $\pm 15\%$  измеряемого значения — в начале рабочего участка шкалы.

Максимально допустимая основная погрешность измерительной установки  $\delta_{\text{осн}}$  при измерении параметров  $t_{\text{сп}}, t_{\text{ср}}, t_{\text{зд}}$  длительностью более 5 нс не должна выходить за пределы  $\pm 15\%$  конечного значения предела измерения и  $\pm 20\%$  измеряемого значения — в начале рабочего участка шкалы.

Максимально допустимая основная погрешность измерительной установки с цифровым отсчетом  $\delta_{\text{осн}}$  при измерении значений временных параметров длительностью более 5 нс не долж-

на выходить за пределы  $\pm 10\%$  измеряемого значения и  $\pm 2$  знака младшего разряда дискретного отсчета.

### 3. ПОДГОТОВКА И ПРОВЕДЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЯ

3.1. Испытуемый транзистор подключают к установке и устанавливают режимы измерения, заданные в стандартах или технических условиях на транзисторы конкретных типов: постоянное напряжение коллектор-эмиттер  $U_{КЭ}$ , импульсный ток коллектора  $I_{К.и.}$ , ток базы  $I_{Б1}$  (импульсный или постоянный насыщающий ток) для измерения параметров  $t_{з.д.}$ ,  $t_{нр.}$ ,  $t_{вкл.}$ , ток базы  $I_{Б2}$  (импульсный запирающий ток) для измерения параметров  $t_{рас.}$ ,  $t_{сп.}$ ,  $t_{выкл.}$ , напряжение на ограничителе напряжения  $Z$ .

3.2. При использовании одноканального осциллографа в качестве измерителя интервалов времени  $P_t$ , его подключают сначала на вход испытуемого транзистора (или на вход генератора  $G1$  или  $G2$ ) для калибровки начала отсчета, затем на выход испытуемого транзистора для отсчета интервала времени.

3.3. Отсчет производят в соответствии с определениями временных параметров и диаграммой временных параметров (см. черт. 2). При этом допускается:

при измерении времени спада устанавливать другие уровни отсчета, что оговаривают в стандартах или технических условиях на транзисторы конкретных типов;

при измерении времени рассасывания и времени выключения за начало отсчета устанавливать момент, когда фронт запирающего импульса достигнет 90 % его амплитудного значения;

устанавливать начало отсчета в момент, когда временная диаграмма тока базы пересекает нулевой уровень;

концом отсчета считать момент, когда спад выходного импульса достигнет 90 %-ного амплитудного значения.

3.4. Пример измерения временных параметров импульсных транзисторов, у которых  $U_{КЭ_{рас тип}} \geq 0,1 U_{КЭ}$ , приведен в справочном приложении.

### 4. ПОКАЗАТЕЛИ ТОЧНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ

4.1. Показатели точности измерения времени задержки, времени нарастания, времени спада и времени рассасывания должны соответствовать установленным в стандартах или технических условиях на транзисторы конкретных типов.

4.2. Границы интервала  $\delta$ , в котором с установленной вероятностью 0,997 находится погрешность измерения, определяют по формуле

$$\delta = \pm \sqrt{\delta_{\text{очн}}^2 + \delta_{\text{реж}}^2}, \text{ при этом}$$

$$\text{для } t_{\text{зд}} \delta_{\text{реж}} = \sqrt{(\delta_{I_{B1}})^2 + (\delta_{I_{K \text{ нас}}} )^2};$$

$$\text{для } t_{\text{ир}} \delta_{\text{реж}} = \frac{1}{\ln \frac{n-0,1}{n-0,9}} \cdot \frac{0,8n}{(n-0,1) \cdot (n-0,9)} \cdot \sqrt{(\delta_{I_{B1}})^2 + (\delta_{I_{K \text{ нас}}} )^2};$$

$$\text{для } t_{\text{сп}} \delta_{\text{реж}} = \frac{1}{\ln \frac{n-0,9}{n-0,1}} \cdot \frac{0,8n}{(n-0,1) \cdot (n-0,9)} \cdot \sqrt{(\delta_{I_{B1}})^2 + (\delta_{I_{K \text{ нас}}} )^2};$$

$$\text{для } t_{\text{рас}} \delta_{\text{реж}} = \sqrt{\delta_1^2 + \delta_2^2},$$

где  $\delta_{\text{реж}}$  — погрешность задания режима измерения, устанавливаемая в стандартах или технических условиях на транзисторы конкретных типов;

$\delta_{I_{B1}}$  — погрешность насыщающего тока базы;

$\delta_{I_{K \text{ нас}}}$  — погрешность насыщающего тока коллектора  $I_{K \text{ нас}}$ ;

$n$  — степень насыщения, определяемая по формуле

$$n = \frac{I_{B1} \cdot h_{21\Theta}}{I_{K \text{ нас}}} ;$$

$$\delta_1 = \frac{1}{\ln \frac{n+s}{1+s}} \cdot \frac{n}{n+s} \cdot \sqrt{(\delta_{I_{B1}})^2 + (\delta_{I_{K \text{ нас}}} )^2};$$

$$\delta_2 = \frac{1}{\ln \frac{n+s}{1+s}} \cdot \frac{(1+n) \cdot s}{(n+s) \cdot (1+s)} \cdot \sqrt{(\delta_{I_{B2}})^2 + (\delta_{I_{K \text{ нас}}} )^2};$$

где  $s$  — степень рассасывания, определяемая по формуле

$$s = \frac{I_{B2} \cdot h_{21\Theta}}{I_{K \text{ нас}}} .$$

ПРИЛОЖЕНИЕ  
Справочное

### 1. ПРИМЕР ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОДНОЛУЧЕВОГО ОСЦИЛЛОГРАФА В КАЧЕСТВЕ ИЗМЕРИТЕЛЯ ИНТЕРВАЛОВ ВРЕМЕНИ

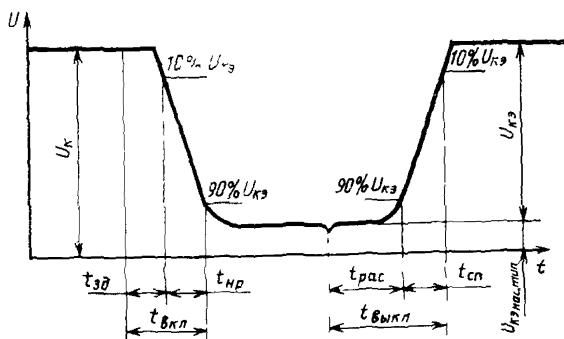
Начало времени рассасывания и времени выключения следует брать от нулевого уровня тока базы при изменении его полярности от плюс  $I_{B1}$  до минус  $I_{B2}$ .

Начало отсчета времени рассасывания и времени выключения допускается устанавливать по кратковременному выбросу на импульсе напряжения  $U_{K\bar{E}}$ , которое указано в конкретных схемах измерения и вершина которого совпадает с нулевым уровнем тока базы при изменении полярности от плюс  $I_{B1}$  до минус  $I_{B2}$ .

Для более точной фиксации начала отсчета по выбросу напряжения допускается кратковременно увеличивать чувствительность осциллографа.

### 2. ПРИМЕР ИЗМЕРЕНИЯ ВРЕМЕННЫХ ПАРАМЕТРОВ ИМПУЛЬСНЫХ ТРАНЗИСТОРОВ, У КОТОРЫХ $U_{K\bar{E}_{\text{наст. тип}}} > 0,1 U_{K\bar{E}}$

Отсчет временных параметров производят в соответствии с диаграммой, приведенной на чертеже.



Отсчет ведут по импульсу напряжения коллектора при выполнении следующих условий:

от источника постоянного напряжения коллектора устанавливают напряжение, рассчитываемое по формуле

$$U_K = U_{K\bar{E}} + U_{K\bar{E}_{\text{наст. тип}}},$$

где  $U_{K\bar{E}}$  — постоянное напряжение коллектор-эмиттер, указанное в стандартах или технических условиях на транзисторы конкретных типов;

$U_{K\bar{E}_{\text{наст. тип}}}$  — типовое значение напряжения насыщения коллектор-эмиттер  $U_{K\bar{E}_{\text{наст.}}}$ , указанное в стандартах или технических условиях на транзисторы конкретных типов.

*Редактор Т. С. Шеко  
Технический редактор М. И. Максимова  
Корректор А. И. Зюбан*

Сдано в наб. 09.01.86 Подп. в печ. 07.03.86 0,75 усл. п. л. 0,75 усл. кр.-отт. 0,54 уч.-изд. л.  
Тираж 10000 Цена 3 коп.

---

Ордена «Знак Почета» Издательство стандартов, 123840, Москва, ГСП,  
Новопресненский пер., 3  
Калужская типография стандартов, ул. Московская, 256. Зак. 129