



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ  
СОЮЗА ССР

## ТРАНЗИСТОРЫ БИПОЛЯРНЫЕ

МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ ВРЕМЕННЫХ ПАРАМЕТРОВ

ГОСТ 18604.26-85

(СТ СЭВ 4757-84)

Издание официальное

*ГОСТ 18604.26-85 929*  
*с 1991 ст 28.06.90 срок дейст-*  
*вия продлен до 01.01.93.*  
*Цена в 10, 1990г.1*

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР 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  $t_{zx}$ , времени нарастания  $t_{up}$ , времени включения  $t_{вкл}$ , времени рассасывания  $t_{pac}$ , времени спада  $t_{сп}$ , времени выключения  $t_{выкл}$ .

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

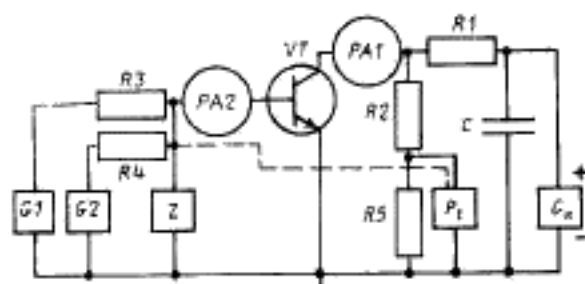
★

© Издательство стандартов, 1986

Величина	Единица			Выражение через основные и дополнительные единицы СИ
	Наименование	Обозначение		
		международное	русское	
<b>ОСНОВНЫЕ ЕДИНИЦЫ СИ</b>				
Длина	метр	m	м	
Масса	килограмм	kg	кг	
Время	секунда	s	с	
Сила электрического тока	ампер	A	А	
Термодинамическая температура	кельвин	K	К	
Количество вещества	моль	mol	моль	
Сила света	кандела	cd	кд	
<b>ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ЕДИНИЦЫ СИ</b>				
Плоский угол	радиан	rad	рад	
Телесный угол	стерадиан	sr	ср	
<b>ПРОИЗВОДНЫЕ ЕДИНИЦЫ СИ, ИМЕЮЩИЕ СПЕЦИАЛЬНЫЕ НАИМЕНОВАНИЯ</b>				
Величина	Единица			Выражение через основные и дополнительные единицы СИ
	Наименование	Обозначение		
		международное	русское	
Частота	герц	Hz	Гц	$s^{-1}$
Сила	ньютон	N	Н	$м кг с^{-2}$
Давление	паскаль	Pa	Па	$м^{-2} кг с^{-2}$
Энергия	джоуль	J	Дж	$м^2 кг с^{-2}$
Мощность	ватт	W	Вт	$м^2 кг с^{-3}$
Количество электричества	кулон	C	Кл	$с А$
Электрическое напряжение	вольт	V	В	$м^2 кг с^{-3} А^{-1}$
Электрическая емкость	фарад	F	Ф	$м^{-2} кг^{-1} с^4 А^2$
Электрическое сопротивление	ом	$\Omega$	Ом	$м^2 кг с^{-3} А^{-2}$
Электрическая проводимость	сиemens	S	См	$м^{-2} кг^{-1} с^3 А^2$
Поток магнитной индукции	вебер	Wb	Вб	$м^2 кг с^{-2} А^{-1}$
Магнитная индукция	тесла	T	Тл	$кг с^{-2} А^{-1}$
Индуктивность	генри	H	Гн	$м^2 кг с^{-2} А^{-2}$
Световой поток	люмен	lm	лм	кд ср
Освещенность	люкс	lx	лк	$м^{-2} кд ср$
Активность радионуклида	беккерель	Bq	Бк	$s^{-1}$
Поглощенная доза ионизирующего излучения	грой	Gy	Гр	$м^2 с^{-2}$
Эквивалентная доза излучения	зиверт	Sv	Зв	$м^2 с^{-2}$

Допускается включать импульсные измерители тока в любой части измеряемой цепи.

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



*G1*—генератор однополярных насыщающих импульсов, *G2* генератор однополярных запирающих импульсов; *PA1*, *PA2* импульсные измерители тока; *VT*—испытуемый транзистор; *Z*—ограничитель напряжения; *R1*—резистор нагрузки; *R2*, *R5*—делитель напряжения; *R3*, *R4*—резисторы в цепи базы; *Pt*—измеритель интервалов времени; *C*—блокировочный конденсатор, *Gk*—источник постоянного напряжения коллектора

Черт. 1

2.2. Параметры импульсов на выходе генераторов *G1* и *G2* в соответствии с диаграммой временных параметров, приведенной на черт. 2, должны соответствовать следующим требованиям:

длительность насыщающего импульса  $t_{нн}$  не должна быть менее  $1,5 t_{вкл\max}$  при измерении параметров  $t_{зд}$ ,  $t_{пр}$ ,  $t_{вкл}$  и не менее  $5 t_{рас\max}$  при измерении параметров  $t_{раз}$ ,  $t_{сп}$ ,  $t_{вкл}$ , 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  $t_{вкл}$  не должна превышать  $0,3 t_{нн}$ , а при измерении параметров  $t_{зд}$  и  $t_{пр}$  —  $0,5 t_{нн}$ , где  $t_{нн}$  — время одного из указанных параметров;

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

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

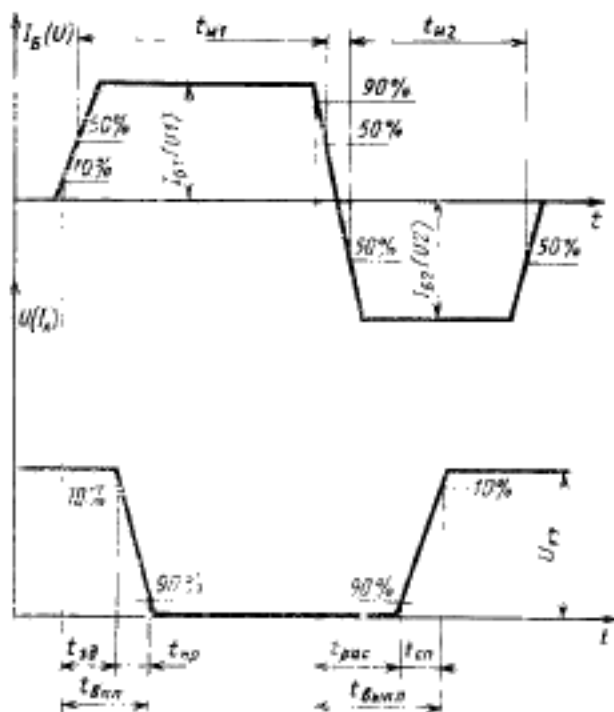
неравномерность вершины импульса не должна превышать 5 % амплитудного значения импульса;

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  $0,5 t_{\text{сн min}}$ , где  $I_{B1}$  — ток базы (насыщающий),  $I_{B2}$  — ток базы (запирающий),  $t_{\text{сн min}}$  — минимальное значение измеряемого времени спада;

погрешность установки уровней отсчета временных параметров не должна выходить за пределы  $\pm 3\%$  по отношению к амплитудному значению импульса  $U_{КЭ}$  (или  $I_{К}$ ), где  $U_{КЭ}$  — постоянное напряжение коллектор-эмиттер,  $I_{К}$  — 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  $t_{\text{дз}}$ ,  $t_{\text{эф}}$  и  $t_{\text{выз}}$  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

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

где  $t_{\text{min}}$  — 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

$$C_k \leq \frac{t_{\text{min}}}{5R_1}.$$

Емкость между базовым выводом контактного устройства и корпусом  $C_6'$ , Ф, для испытуемого транзистора рассчитывают по формуле

$$C_6' \leq \frac{I_{Б1\text{min}} \cdot t_{\text{min}}}{\Delta U_{БЭ\text{нас max}}},$$

где  $I_{Б1\text{min}}$  — минимальное значение тока базы (насыщающего);  $U_{БЭ\text{нас max}}$  — 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 не искажать 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  $0,3 t_{\text{min}}$ .

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  $t_{\text{рас}}, t_{\text{выкл}}, t_{\text{пад}}$  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  $i_{\text{сп}}, i_{\text{пр}}, t_{\text{за}}$  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  $I_{Кн}$ , ток базы  $I_{Б1}$  (импульсный или постоянный насыщающий ток) для измерения параметров  $t_{зд}$ ,  $t_{нр}$ ,  $t_{ан.2}$ , ток базы  $I_{Б2}$  (импульсный запирающий ток) для измерения параметров  $t_{рас}$ ,  $t_{сп}$ ,  $t_{в.кл}$ , напряжение на ограничителе напряжения  $Z$ .

3.2. При использовании одноканального осциллографа в качестве измерителя интервалов времени  $P_f$ , 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  $U_{КЭ_{нвс.тид}} \geq 0,1 U_{КЭ}$ , 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



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

$$\text{для } t_{\text{зд}} \delta_{\text{реж}} = \sqrt{(\delta_{I_{\text{Б1}}})^2 + (\delta_{I_{\text{К.нас}}})^2};$$

$$\text{для } t_{\text{пр}} \delta_{\text{реж}} = \frac{1}{\ln \frac{n-0,1}{n-0,9}} \cdot \frac{0,8\pi}{(n-0,1) \cdot (n-0,9)} \cdot \sqrt{(\delta_{I_{\text{Б1}}})^2 + (\delta_{I_{\text{К.нас}}})^2};$$

$$\text{для } t_{\text{сп}} \delta_{\text{реж}} = \frac{1}{\ln \frac{n-0,9}{n-0,1}} \cdot \frac{0,8\pi}{(n-0,1) \cdot (n-0,9)} \cdot \sqrt{(\delta_{I_{\text{Б1}}})^2 + (\delta_{I_{\text{К.нас}}})^2};$$

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

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

$\delta_{I_{\text{Б1}}}$  — погрешность насыщающего тока базы;

$\delta_{I_{\text{К.нас}}}$  — погрешность насыщающего тока коллектора

$I_{\text{К.нас}}$ ;

$n$  — степень насыщения, определяемая по формуле

$$n = \frac{I_{\text{Б1}} \cdot h_{21Э}}{I_{\text{К.нас}}};$$

$$\delta_1 = \frac{1}{\ln \frac{n+s}{1+s}} \cdot \frac{n}{n+s} \cdot \sqrt{(\delta_{I_{\text{Б1}}})^2 + (\delta_{I_{\text{К.нас}}})^2};$$

$$\delta_2 = \frac{1}{\ln \frac{n+s}{1+s}} \cdot \frac{(1+n) \cdot s}{(n+s) \cdot (1+s)} \cdot \sqrt{(\delta_{I_{\text{Б2}}})^2 + (\delta_{I_{\text{К.нас}}})^2};$$

где  $s$  — степень рассасывания, определяемая по формуле

$$s = \frac{I_{\text{Б2}} \cdot h_{21Э}}{I_{\text{К.нас}}}.$$

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

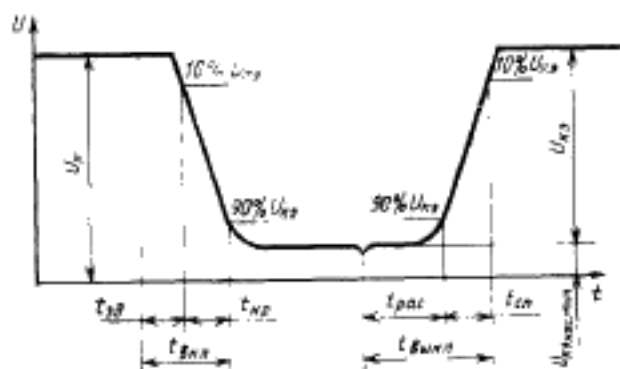
Начало времени рассасывания и времени выключения следует брать от нулевого уровня тока базы при изменении его полярности от плюс  $I_{Б1}$  до минус  $I_{Б2}$ .

Начало отсчета времени рассасывания и времени выключения допускается устанавливать по кратковременному выбросу на импульсе напряжения  $U_{КЭ}$ , которое указано в конкретных схемах измерения и вершина которого совпадает с нулевым уровнем тока базы при изменении полярности от плюс  $I_{Б1}$  до минус  $I_{Б2}$ .

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

**2. ПРИМЕР ИЗМЕРЕНИЯ ВРЕМЕННЫХ ПАРАМЕТРОВ ИМПУЛЬСНЫХ  
ТРАНЗИСТОРОВ, У КОТОРЫХ  $U_{КЭ_{нас.тип}} \geq 0,1 U_{КЭ}$** 

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

$$U_K = U_{КЭ} + U_{КЭ_{нас.тип}}$$

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

$U_{КЭ_{нас.тип}}$  — типовое значение напряжения насыщения коллектор-эмиттер  $U_{КЭ_{нас}}$ , указанное в стандартах или технических условиях на транзисторы конкретных типов.

Редактор *Т. С. Шeko*  
Технический редактор *М. Н. Максимова*  
Корректор *А. Н. Зюбан*

Сдано в наб. 09.01.86 Подл. в печ. 07.03.86 0,75 усл. п. л. 0,75 усл. кр.-отт. 0,64 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. Звк. 129